

**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA, MINAS,  
PETRÓLEOS Y AMBIENTAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS**

**TRABAJO DE GRADO DE TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO DE PETRÓLEOS**

**EVALUACIÓN TÉCNICA DEL BOMBEO MECÁNICO  
CON ROTAFLEX EN EL DISTRITO AMAZÓNICO.**

**AUTOR:**

**DARWIN PAÚL MOLINA MOLINA.**

**TUTOR:**

**ING. CARLOS RODRIGUEZ**

**QUITO, NOVIEMBRE 2013.**

## **DEDICATORIA**

Dedicado a Dios, por ser esa fuerza que uno tiene cuando parece que no hay salida ante algún problema.

A Mamita Virgen por ser la madre celestial que siempre ha estado presente en los momentos más difíciles.

A mi querida Mamita Mariana, por su apoyo incondicional en cada instante de mi vida.

Dedicado a mi Abuelita Lolita, que desde el cielo siempre me ha dado su bendición.

A mis hermanos Javier, Azucena, Danilo y Yolanda, todo un ejemplo de superación.

A mis sobrinas hermosas Emilia Alejandra y Karen Azucena, también a los sobrin@s que vendrán, la alegría de la familia siempre será reflejada en ustedes.

A mis amig@s, por compartir algún momento de mi vida, alegrías, tristezas, todo lo que envuelve el caminar en este mundo.

Orgullosamente de la U. Central...!!!

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios y a Mamita Virgen, por darme la vida, por la oportunidad de salir adelante y luchar por un sueño que hoy se concreta.

A mis padres Neris y Marianita, por traerme a este mundo, cuidarme desde niño; Mamita Marianita gracias por todo su ejemplo, por su infinito amor y su paciencia, gracias por ser la mejor mamá, educarme y hacerme una persona de bien.

A mis queridos hermanos Javier, Azucena, Danilo y Yolanda, por brindarme su apoyo incondicional, sus consejos, la motivación necesaria para luchar por lo que se quiere y por darme la mayor alegría de mi vida, mis sobrinas hermosas.

A la Gloriosa Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental por el conocimiento adquirido en el desarrollo de mi carrera, en especial al Tutor de Tesis, Ing. Carlos Rodríguez; a los miembros del Tribunal, Ingenieros: Nelson Suquilanda, Víctor Hugo Paredes y Patricio Izurieta por el tiempo que han invertido en mí con su guía para que pueda llevar a cabo este proyecto de tesis.

A la Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador, por facilitar la recopilación de la información para el desarrollo de esta tesis, especialmente a los Ingenieros Salomón Morán y Fernando Estacio, por su ayuda incondicional, gracias.

Un agradecimiento infinito a todas las personas que encontré en este camino, personas que fueron importantes para el desarrollo de este sueño, mis amig@s de la niñez, de la juventud y de la vida, que siempre me tendieron la mano para sacar adelante cualquier problema, cada uno de ustedes tiene un lugar en mi corazón, un agradecimiento muy sincero para tod@s ustedes.

## **AUTORIZACIÓN DEL AUTOR**

Yo, DARWIN PAÚL MOLINA MOLINA, en calidad de autor de la tesis denominada: **%ESTUDIO TÉCNICO DEL BOMBEO MECÁNICO CON ROTAFLEX EN EL DISTRITO AMAZÓNICO+**, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o de parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6 ,8 ,19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Quito, 27 de noviembre 2013.



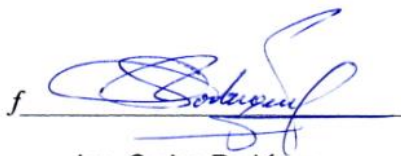
**Darwin P. Molina M.**  
**CI: 050293157-9**



## INFORME DE APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi carácter de Tutor del Trabajo de Grado presentado por el señor **DARWIN PAÚL MOLINA MOLINA** para optar el título o Grado de **INGENIERO DE PETRÓLEOS** cuya tesis se denomina: **ESTUDIO TÉCNICO DEL BOMBEO MECÁNICO CON ROTAFLEX EN EL DISTRITO AMAZÓNICO**, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, a los 29 días del mes de Octubre del 2013



Ing. Carlos Rodríguez.

**TUTOR DE TESIS**

## INFORME DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El tribunal constituido por: Ing. Nelson Suquilanda, Ing. Víctor Hugo Paredes, Ing. Patricio Izurieta. **DECLARAN:** Que la presente tesis denominada: **%ESTUDIO TÉCNICO DEL BOMBEO MECÁNICO CON ROTAFLEX EN EL DISTRITO AMAZÓNICO%** ha sido elaborada íntegramente por el señor Darwin Paúl Molina Molina, egresado de la Carrera de Ingeniería de Petróleos, ha sido revisada y verificada, dando fe de la originalidad del presente trabajo.

Ha emitido el siguiente veredicto: Se ha aprobado el Proyecto de Tesis para su Defensa Oral.

En la ciudad de Quito a los 27 días del mes de Noviembre del 2013

  
f \_\_\_\_\_  
Ing. Nelson Suquilanda.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

  
f \_\_\_\_\_  
Ing. Víctor Hugo Paredes.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

  
f \_\_\_\_\_  
Ing. Patricio Izurieta.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
AUTORIZACIÓN DEL AUTOR.....	III
INFORME DE APROBACIÓN DEL TUTOR.....	IV
INFORME DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	V
INDICE GENERAL.....	VI
INDICE DE TABLAS.....	XIV
CAPITULO II.....	XIV
CAPITULO IV.....	XIV
CAPITULO V.....	XIV
INDICE DE IMÁGENES .....	XVI
CAPÍTULO V .....	XVI
INDICE DE FIGURAS.....	XVII
CAPITULO II.....	XVII
CAPITULO IV.....	XVII
RESUMEN DOCUMENTAL:.....	XVIII
DOCUMENTARY SUMMARY:.....	XX

<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ....</b>	<b>1</b>
1.1 Enunciado del tema. ....	1
1.2 Descripción del problema.....	1
1.3 Justificación e Importancia. ....	1
1.4 Objetivos.....	2
1.4.1 Objetivo General. ....	2
1.4.2 Objetivos Específicos.....	2
1.5 Factibilidad y accesibilidad. ....	3
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>4</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
2.1 Marco Institucional. ....	4
2.2 Marco Legal.....	5
2.3 Marco Ético. ....	6
2.4 Marco Referencial. ....	6
2.4.1 Ubicación geográfica de los Campos Emi, Azu, Dan y Jav. ....	6
2.4.1.1 Campo Emi. ....	6
2.4.1.2 Campo Azu. ....	7
2.4.1.3 Campo Dan. ....	8
2.4.1.4 Campo Jav.....	8
2.4.2 Descripción geológica de los Campos Emi, Azu, Dan y Jav. ....	9
2.4.2.1 Campo Emi. ....	9
2.4.2.2 Campo Azu. ....	10
2.4.2.3 Campo Dan. ....	10
2.4.2.4 Campo Jav.....	12

<b>2.4.3 Sistema de Bombeo Mecánico. ....</b>	<b>12</b>
2.4.3.1 Introducción. ....	12
2.4.3.2 Descripción del sistema. ....	13
2.4.3.2.1 Equipo de Superficie. ....	14
Unidad Motriz. ....	14
Unidad de Bombeo. ....	15
Caja de Engranajes y Contrapesos. ....	17
Barra Pulida. ....	18
Prensa Estopa. ....	18
Líneas de Flujo. ....	19
2.4.3.2.2 Equipo de Fondo. ....	19
Sarta de Varillas. ....	19
Tubería de Producción. ....	20
Bomba de Fondo. ....	20
Ancla de Gas. ....	22
Ancla de Tubería y Niple de Asentamiento. ....	22
2.4.3.2.3 Parámetros de Aplicación. ....	23
2.4.3.2.4 Ventajas y Desventajas del Bombeo Mecánico. ....	23
Ventajas del Bombeo Mecánico. ....	23
Desventajas del Bombeo Mecánico. ....	24
2.4.3.3 Unidad de Bombeo Rotaflex (Unidad de Carrera Larga). ....	24
2.4.3.3.1 Descripción. ....	25
Principio de Funcionamiento. ....	26
2.4.3.3.2 Partes importantes de la unidad de Bombeo Rotaflex. ....	29
Tambor. ....	29
Cable de la Brida. ....	30
Correa de Carga. ....	30
Caja de Contrapeso. ....	30
Caja de Engranaje. ....	31
Sistema de Frenado. ....	31
Rieles. ....	34
2.4.3.3.3 Montaje. ....	34
2.4.3.3.4 Comparación con Unidades de Bombeo Convencionales. ....	35
<b>2.4.4 Sistema de Bombeo Electrosumergible. ....</b>	<b>37</b>
2.4.4.1 Descripción General. ....	37

2.4.4.3 Parámetros de Aplicación. ....	38
2.4.4.4 Ventajas del Bombeo Electrosumergible. ....	39
2.4.4.5 Limitaciones del Bombeo Electrosumergible. ....	39
<b>2.4.5 Sistema de Bombeo Hidráulico. ....</b>	<b>40</b>
2.4.5.1 Descripción General. ....	40
2.4.5.2 Parámetros de Aplicación. ....	40
2.4.5.3 Ventajas del Bombeo Hidráulico. ....	40
2.4.5.4 Desventajas del Bombeo Hidráulico. ....	41
<b>2.4.6 Seguridad Industrial y Control Ambiental.....</b>	<b>41</b>
2.4.6.1 Normas de Seguridad Industrial. ....	41
Normas de Seguridad Industrial Básicas.....	42
2.4.6.2 Control Ambiental.....	43
2.4.6.3 Plan de Contingencia para Impactos Ambientales. ....	44
2.4.6.4 Certificados de Calidad.....	44
Calidad. ....	44
Protección Ambiental.....	45
Seguridad y Salud en el Trabajo.....	45
NORMA ISO 9001: 2008. ....	46
NORMA ISO 14001: 2004. ....	47
NORMA OHSAS 18001: 2007.....	47
<b>2.5 Hipótesis. ....</b>	<b>48</b>
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>49</b>
<b>3. DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>	<b>49</b>
<b>3.1 Tipo de Estudio.....</b>	<b>49</b>
<b>3.2 Universo y Muestra. ....</b>	<b>49</b>
<b>3.3 Métodos y técnicas de recolección de datos. ....</b>	<b>49</b>
<b>3.4 Procesamiento y análisis de datos. ....</b>	<b>50</b>
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>51</b>

<b>4. ANÁLISIS TÉCNICO E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....</b>	<b>51</b>
<b>4.1 Selección de los pozos. ....</b>	<b>51</b>
<b>4.2 Historiales de Producción.....</b>	<b>52</b>
4.2.1 Pozo EMI603. ....	52
4.2.2 Pozo EMI614D. ....	54
4.2.3 Pozo EMI641D. ....	56
4.2.4 Pozo AZU615. ....	59
4.2.5 Pozo DAN609.....	62
4.2.6 Pozo JAV602. ....	65
<b>4.3 Historiales de Workover. ....</b>	<b>68</b>
4.3.1 Pozo EMI603. ....	68
4.3.2 Pozo EMI614D. ....	72
4.3.3 Pozo EMI641D. ....	75
4.3.4 Pozo AZU615. ....	79
4.3.5 Pozo DAN609.....	83
4.3.6 Pozo JAV602. ....	88
4.3.7 Análisis del estado mecánico actual de los pozos seleccionados.....	91
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>98</b>
<b>5. ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO. ....</b>	<b>98</b>
<b>5.1 Análisis Técnico del Bombeo Mecánico con Rotaflex.....</b>	<b>98</b>
<b>5.1.1 Propuestas Técnicas Presentadas.....</b>	<b>98</b>
5.1.1.1 Pozo EMI-03.....	98
5.1.1.2 Pozo EMI-14D. ....	103
5.1.1.3 Pozo EMI-41D. ....	108
5.1.1.4 Pozo AZU-15. ....	113
5.1.1.5 Pozo DAN-09.....	118
5.1.1.6 Pozo JAV-02. ....	123
<b>5.1.2 Estado actual de los pozos con unidad de bombeo Rotaflex.....</b>	<b>127</b>
5.1.2.1 Pozo EMI-03.....	127
5.1.2.2 Pozo EMI-14D. ....	130

5.1.2.3 Pozo EMI-41D. ....	130
5.1.2.4 Pozo AZU-15. ....	132
5.1.2.5 Pozo DAN-09.....	133
5.1.2.6 Pozo JAV-02. ....	134
<b>5.2 Inversiones.....</b>	<b>135</b>
<b>5.2.1 Inversiones por pozo.....</b>	<b>135</b>
5.2.1.1 Pozo EMI-03. ....	136
5.2.1.2 Pozo EMI-41D. ....	136
5.2.1.3 Pozo AZU-15. ....	137
5.2.1.4 Pozo DAN-09.....	137
5.2.1.5 Pozo JAV-02. ....	138
<b>5.2.2 Tiempo de recuperación de la inversión. ....</b>	<b>138</b>
5.2.2.1 Pozo EMI-03. ....	139
5.2.2.2 Pozo EMI-41D. ....	139
5.2.2.3 Pozo AZU-15. ....	140
5.2.2.4 Pozo DAN-09.....	141
5.2.2.5 Pozo JAV-02. ....	142
<b>CAPITULO VI.....</b>	<b>144</b>
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>144</b>
<b>6.1 Conclusiones. ....</b>	<b>144</b>
<b>6.2 Recomendaciones. ....</b>	<b>145</b>
<b>CAPÍTULO VIII.....</b>	<b>147</b>
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>147</b>
<b>7.1 Referencias citadas. ....</b>	<b>147</b>
<b>7.2 Referencias consultadas. ....</b>	<b>147</b>
<b>7.3 Webgrafía. ....</b>	<b>148</b>



<b>CAPÍTULO VIII.....</b>	<b>149</b>
<b>8. APÉNDICES Y ANEXOS.....</b>	<b>149</b>
<b>8.1 Apéndices.....</b>	<b>149</b>
Apéndice 1: Glosario de términos.....	149
Apéndice 2: Abreviaturas.....	150
<b>8.2 Anexos.....</b>	<b>151</b>
Anexo 1: Reporte de instalación del equipo Rotaflex en el pozo EMI-03. ....	151
Anexo 2: Reporte de instalación del motor y preparación de equipos en el pozo EMI-03. ....	152
Anexo 3: Reporte de mantenimiento preventivo de 1000 horas en la unidad Rotaflex 1100, pozo EMI-03. ....	153
Anexo 4: Reporte de pesca de bomba mecánica en fondo por partidura de pull tube, pozo EMI-03.....	154
Anexo 5: Informe técnico del pozo EMI-03, luego de la pesca de la bomba mecánica de fondo.....	155
Anexo 6: Reporte de reinstalación del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex, pozo EMI-03.....	164
Anexo 7: Reporte de instalación del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex 900, pozo EMI-41D.....	167
Anexo 8: Reporte de mantenimiento preventivo de 1000 horas en la unidad Rotaflex 900 del pozo EMI-41D.....	170
Anexo 9: Arranque de equipo por reporte de parada, monitoreo de parámetros, pozo EMI-41D. ....	172
Anexo 10: Reporte de instalación del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex 900, pozo AZU-15.....	174
Anexo 11: Reporte de mantenimiento preventivo de 1000 horas en la unidad Rotaflex 900, pozo AZU-15.....	175
Anexo 12: Reporte de instalación de fondo, pozo AZU-15. ....	176
Anexo 13: Informe del monitoreo en el pozo AZU-15.....	177
Anexo 14: Reporte de instalación del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex 900, pozo DAN-09. ....	185
Anexo 15: Reporte de desmontaje de equipo Rotaflex 900 con daño mecánico, instalación de Rotaflex 900 nuevo, pozo DAN-09. ....	187

Anexo 16: Reporte de instalación del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex 900, pozo JAV-02.....	189
Anexo 17: Reporte de mantenimiento preventivo de 1000 horas en la unidad Rotaflex 900, pozo JAV-02. ....	191
Anexo 18: Reporte de falla mecánica e instalación de equipo de fondo nuevo, pozo JAV-02. ....	192
Anexo 19: Reporte de registro acústico y dinamograma, pozo JAV-02. ....	194
Anexo 20: Informe de desarme, inspección y análisis de la falla, pozo JAV-02.....	196
Anexo 21: Listado de materiales y equipos requeridos, pozo EMI-03. ....	204
Anexo 22: Listado de materiales y equipos requeridos, pozo EMI-41D.....	205
Anexo 23: Listado de materiales y equipos requeridos, pozo AZU-15. ....	206
Anexo 24: Listado de materiales y equipos requeridos, pozo DAN-09. ....	207
Anexo 25: Listado de materiales y equipos requeridos, pozo JAV-02. ....	208

## INDICE DE TABLAS

### CAPITULO II

Tabla 2. 1: Distintas unidades de carrera larga. ....	36
---	----

### CAPITULO IV

Tabla 4. 1: Tabla resumen de los pozos donde se encuentra instalado el sistema de bombeo mecánico con Rotaflex. ....	52
Tabla 4. 2: Historial de Producción del Pozo EMI603. ....	53
Tabla 4. 3: Historial de Producción del Pozo EMI614D. ....	55
Tabla 4. 4: Historial de Producción del Pozo EMI-41D. ....	58
Tabla 4. 5: Historial de Producción del Pozo AZU615. ....	61
Tabla 4. 6: Historial de Producción del Pozo DAN609. ....	64
Tabla 4. 7: Historial de Producción del Pozo JAV602. ....	67
Tabla 4. 8: Características del BHA y Casing, Pozo EMI-03. ....	91
Tabla 4. 9: Características del equipo de superficie y de fondo, Pozo EMI-03. ....	92
Tabla 4. 10: Características del BHA y Casing, Pozo EMI-14D. ....	93
Tabla 4. 11: Características del BHA y Casing, Pozo EMI-41D. ....	94
Tabla 4. 12: Características del equipo de superficie y de fondo, Pozo EMI-41D. ....	94
Tabla 4. 13: Características del BHA y Casing, Pozo AZU-15. ....	95
Tabla 4. 14: Características del BHA y Casing, Pozo DAN-09. ....	96
Tabla 4. 15: Características del equipo de superficie y de fondo, Pozo DAN-09. ....	96
Tabla 4. 16: Características del BHA y Casing, Pozo JAV-02. ....	97

### CAPITULO V

Tabla 5. 1: Condiciones del Pozo EMI-03. ....	98
Tabla 5. 2: Diseño de la sarta de varillas, Pozo EMI-03. ....	100
Tabla 5. 3: Análisis de la tensión en la sarta de varillas, Pozo EMI-03. ....	102
Tabla 5. 4: Comparación de valores de producción, pozo EMI-03. ....	102
Tabla 5. 5: Condiciones del Pozo EMI-14D. ....	103
Tabla 5. 6: Diseño de la sarta de varillas, EMI-14D. ....	105
Tabla 5. 7: Análisis de la tensión en la sarta de varillas, Pozo EMI-14D. ....	107

Tabla 5. 8: Condiciones del Pozo EMI-41D.....	108
Tabla 5. 9: Diseño de la sarta de varillas, Pozo EMI-41D. ....	110
Tabla 5. 10: Análisis de la tensión en la sarta de varillas, Pozo EMI-41D.....	112
Tabla 5. 11: Comparación de valores de producción, Pozo EMI-41D.....	112
Tabla 5. 12: Condiciones de Pozo AZU-15. ....	113
Tabla 5. 13: Diseño de la sarta de varillas, Pozo AZU-15.....	115
Tabla 5. 14: Análisis de la tensión en la sarta de varillas, Pozo AZU-15.....	117
Tabla 5. 15: Comparación de valores de producción, Pozo AZU-15.....	117
Tabla 5. 16: Condiciones de Pozo DAN-09. ....	118
Tabla 5. 17: Diseño de la sarta de varillas, Pozo DAN-09. ....	120
Tabla 5. 18: Análisis de la tensión en la sarta de varillas, Pozo DAN-09. ....	122
Tabla 5. 19: Comparación de valores de producción, pozo DAN-09. ....	122
Tabla 5. 20: Condiciones de Pozo JAV-02.....	123
Tabla 5. 21: Diseño de la sarta de varillas, Pozo JAV-02. ....	125
Tabla 5. 22: Análisis de la tensión en la sarta de varillas, Pozo JAV-02. ....	126
Tabla 5. 23: Comparación de valores de producción, Pozo JAV-02.....	127
Tabla 5. 24: Valores de la inversión en el Pozo EMI-03.....	136
Tabla 5. 25: Valores de la inversión en el Pozo EMI-14D. ....	136
Tabla 5. 26: Valores de la inversión en el Pozo AZU-15.....	137
Tabla 5. 27: Valores de la inversión en el Pozo DAN-09. ....	138
Tabla 5. 28: Valores de la inversión en el Pozo JAV-02.....	138
Tabla 5. 29: Descripción de los ingresos por el Pozo EMI-03. ....	139
Tabla 5. 30: Descripción de los ingresos por el Pozo EMI-41D.....	140
Tabla 5. 31: Descripción de los ingresos por el Pozo AZU-15.....	141
Tabla 5. 32: Descripción de los ingresos por el Pozo DAN-09. ....	142
Tabla 5. 33: Descripción de los ingresos por el Pozo JAV-02. ....	143

## INDICE DE IMÁGENES

### CAPÍTULO V

Imagen 5. 1: Resultados del software de diseño para el Pozo EMI-03. ....	99
Imagen 5. 2 Resultados del software de diseño para el Pozo EMI-14D.....	104
Imagen 5. 3 Resultados del software de diseño para el Pozo EMI-41D.....	109
Imagen 5. 4: Resultados del software de diseño para el Pozo AZU-15. ....	114
Imagen 5. 5: Resultados del software de diseño para el Pozo DAN-09.....	119
Imagen 5. 6: Resultados del software de diseño para el Pozo JAV-02. ....	124
Imagen 5. 7: Barril de 2,25 pulgadas a 9300 pies, PozoEMI-03. ....	129
Imagen 5. 8: Estado del Pozo EMI-03. ....	130
Imagen 5. 9: Estado del Pozo EMI-41D.....	131
Imagen 5. 10: Unidad de bombeo Rotaflex retirada del Pozo AZU-15. ....	133
Imagen 5. 11: Estado del Pozo DAN-09. ....	134

## INDICE DE FIGURAS

### CAPITULO II

Figura 2. 1: Ubicación del Campo Emi. ....	7
Figura 2. 2: Ubicación de los Campos Azu, Dan y Jav. ....	8
Figura 2. 3: Diagrama de un sistema de bombeo mecánico convencional. ....	14
Figura 2. 4: Unidad de bombeo mecánico convencional.....	16
Figura 2. 5: Unidad Balanceada por aire. ....	16
Figura 2. 6: Unidad de geometría especial. ....	17
Figura 2.7: Comportamiento de válvulas viajeras y fijas durante el bombeo. ....	21
Figura 2. 8: Componentes de la Unidad de Bombeo de Carrera Larga. ....	25
Figura 2. 9: Sistema de cadena y contrapeso. ....	27
Figura 2. 10: Movimiento del contrapeso. Cambio de sentido de carrera. ....	28
Figura 2. 11: Conexión entre la caja de contrapeso y la banda flexible. ....	28
Figura 2. 12: Parte superior de la unidad. ....	30
Figura 2. 13: Caja de engranajes, reductora de velocidad. ....	31
Figura 2. 14: Freno manual.....	32
Figura 2. 15: Freno automático. ....	33
Figura 2.16: Panel de Control (Speed ó Sentry). ....	33
Figura 2. 17: Movimiento de la unidad de bombeo, cuando requiera ser removida para trabajos en el pozo.....	34
Figura 2. 18: Izaje de la Unidad de Bombeo de Carrera Larga.....	35
Figura 2. 19: Designación de una Unidad de Bombeo. ....	36
Figura 2. 20: Componentes del Bombeo Electrosomergible. ....	38

### CAPITULO IV

Figura 4. 1: Completación actual del Pozo EMI603. ....	71
Figura 4. 2: Completación actual del Pozo EMI614D. ....	74
Figura 4. 3: Completación actual del Pozo EMI641D. ....	78
Figura 4. 4: Completación actual del Pozo AZU615. ....	82
Figura 4. 5: Completación actual del Pozo DAN609. ....	87
Figura 4. 6: Completación actual del Pozo JAV602. ....	90

## RESUMEN DOCUMENTAL:

Tesis sobre: Evaluación técnica del bombeo mecánico con Rotaflex en el Distrito Amazónico. **OBJETIVO GENERAL:** Evaluar técnicamente el bombeo mecánico con Rotaflex en el Distrito Amazónico. **PROBLEMA:** Es necesario efectuar un estudio técnico de los equipos instalados en el Distrito Amazónico, para conocer los costos y requerimientos de instalación, ventajas, desventajas frente a los Sistemas de Levantamiento Artificial instalados anteriormente. **HIPÓTESIS:** Evaluar técnicamente el Sistema de Bombeo Mecánico con Rotaflex, permitirá conocer el estado real de este sistema en el Distrito Amazónico, esto ayudará a recomendar su instalación en otros pozos. **MARCO TEÓRICO:** Ubicación, descripción geológica, sistema de bombeo mecánico, unidad de Bombeo Rotaflex. **MARCO REFERENCIAL:** El proyecto se desarrolla entre las provincia de Sucumbíos, Activo Lago Agrio (Guanta), Libertador (Atacapi, Shuara, Secoya). **MARCO METODOLÓGICO:** Análisis de historiales de producción y trabajos de reacondicionamiento (W.O), estudio de propuestas técnicas, revisión del estado actual de los pozos, inversiones realizadas, recuperación de la inversión.

**CONCLUSIÓN GENERAL:** El Sistema de Bombeo Mecánico con Rotaflex es rentable en los pozos donde se encuentra instalado.

**RECOMENDACIÓN GENERAL:** Hacer estudios más completos sobre los fluidos que se van a producir con este sistema, existen problemas con los equipos de fondo.

## DESCRIPTORES:

<SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL><ACTIVO LAGO AGRIO (Guanta)><ACTIVO LIBERTADOR (Atacapi, Shuara, Secoya)><BOMBEO MECÁNICO><UNIDAD DE BOMBEO ROTAFLEX><HISTORIALES DE PRODUCCION Y REACONDICIONAMIENTO><PROPUESTAS TÉCNICAS><ESTADO ACTUAL DE LOS POZOS><INVERSIONES><RECUPERACION DE LA INVERSION>.

**CATEGORIAS TEMATICAS:** <CP-INGENIERIA DE PETRÓLEOS><CP-INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN><CS-SISTEMAS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL>.

**AUTORIZACIÓN:**

Autorizo a la FIGEMPA, para que esta tesis sea diseminada a través de su biblioteca virtual por INTERNET.

Atentamente,

---

Darwin Paúl Molina Molina

CC.:050293157-9



## **DOCUMENTARY SUMMARY:**

Thesis on: "Technical evaluation of mechanical pumping Rotaflex Amazon District".

**GENERAL PURPOSE:** Evaluate mechanical pumping technically Rotaflex Amazon District. **PROBLEM:** It is necessary to conduct a technical study of the equipment installed in the District Amazon, for costs and installation requirements, advantages, disadvantages versus Artificial Lift Systems previously installed. **HYPOTHESIS:** Evaluate technically Pumping System Mechanic with Rotaflex, will reveal the true state of this system in the Amazon District, this will help to recommend installation in other wells. **THEORETICAL FRAMEWORK:** Location, geological description, mechanical pumping system, pumping unit Rotaflex. **FRAMEWORK:** The project is located between the provinces of Sucumbios , Active Lago Agrio ( Guanta ) , Liberator ( Atacapi , Shuara , Secoya). **METHODOLOGICAL FRAMEWORK:** Analysis of production records and workovers (W.O.), study of technical proposals, review the current status of the wells, investments, return on investment.

**GENERAL CONCLUSION:** The Pumping System Mechanic with Rotaflex is profitable in wells where it is installed.

**GENERAL ADVICE:** Make most comprehensive studies fluids will occur with this system, there are problems with the equipment background.

## **DESCRIPTORS:**

<ARTIFICIAL LIFT SYSTEMS><ACTIVE LAGO AGRIO (Guanta)><ACTIVE LIBERTADOR (Atacapi, Shuara, Secoya)><PUMP MECHANICAL><PUMPING UNIT ROTAFLEX><HISTORY OF PRODUCTION AND OVERHAUL><TECHNICAL PROPOSALS><STATE OF WELLS><INVESTMENTS><INVESTMENT RECOVERY>.

**THEME CATEGORIES:**<CP-PETROLEUM ENGINEERING><CP- PRODUCTION  
ENGINEERING><CS- ARTIFICIAL LIFT SYSTEMS>.

AUTHORIZATION:

I authorize the FIGEMPA, that this thesis is disseminated through its virtual library  
INTERNET.

Sincerely,

---

Darwin Paúl Molina Molina

CC.:050293157-9

## **CAPÍTULO I**

### **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

#### **1.1 Enunciado del tema.**

Evaluación técnica del bombeo mecánico con Rotaflex en el Distrito Amazónico.

#### **1.2 Descripción del problema.**

En el Distrito Amazónico, específicamente en los Campos Emi, Azu, Dan y Jav, en donde se está implementando el bombeo mecánico con Rotaflex, que es una unidad de bombeo de carrera larga, que Weatherford ha diseñado para que pueda ser usada con bombas de pistón. Esta tecnología tiene muchas innovaciones en su diseño, que permite a esta unidad ofrecer un bombeo eficiente y rentable en pozos profundos, complejos y de alto caudal, en pozos donde antes solo operaban bombas electrosumergibles o hidráulicas.

Es por esta razón, es necesario efectuar un estudio técnico ó económico de los equipos instalados en estos campos, para conocer los costos y requerimientos de instalación, ventajas, desventajas frente a los sistemas de levantamiento artificial instalados anteriormente en estos pozos.

Este estudio permitirá determinar qué tan eficiente es el bombeo mecánico con Rotaflex, y su posible implementación en otros pozos de acuerdo a los requerimientos técnicos que presenta esta tecnología.

#### **1.3 Justificación e Importancia.**

En el país una de las mayores fuentes de ingresos energéticos y económicos es la industria petrolera, por lo que es necesario realizar diversas actividades con el propósito conservar e incrementar la producción de petróleo, para que esta resulte económicamente rentable.

Es necesario realizar la evaluación técnica del bombeo mecánico con Rotaflex, esto ayudará a mejorar las condiciones de producción de hidrocarburos con este sistema, y al compararlo con el sistema artificial que estuvo instalado anteriormente en cada pozo, se verá la factibilidad de aplicar esta tecnología en otros pozos, para tener una buena recuperación de petróleo por las ventajas que puede brindar el mismo.

## **1.4 Objetivos.**

### ***1.4.1 Objetivo General.***

Evaluar técnicamente el bombeo mecánico con Rotaflex en el Distrito Amazónico.

### ***1.4.2 Objetivos Específicos.***

- Recabar información de los pozos, historial de producción, de Work Over (W.O.), donde se tiene instalado el sistema de bombeo mecánico con Rotaflex.
- Recabar información de los pozos, historial de producción, de Work Over (W.O.), en donde se va a implementar el sistema de bombeo mecánico con Rotaflex.
- Realizar la evaluación técnica de los pozos en donde está instalado el sistema de bombeo mecánico con Rotaflex.
- Realizar el cálculo del tiempo de recuperación de la inversión en los pozos donde se ha instalado el sistema de bombeo mecánico con Rotaflex.
- Recomendar la implementación del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex, de acuerdo a los requerimientos de esta tecnología.

### **1.5 Factibilidad y accesibilidad.**

La factibilidad de la investigación es posible porque se cuenta con el talento humano del estudiante más el apoyo del personal de la Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (SHE).

Se cuenta con los recursos bibliográficos necesarios para realizar el estudio técnico del bombeo mecánico con Rotaflex, con la información necesaria que aportará la Secretaría de Hidrocarburos, y todo el material de consulta que se puede obtener a través de la webgrafía.

Adicionalmente se cuenta con el tiempo necesario para realizar este proyecto, que son de seis meses a partir de la aprobación del presente protocolo.

Accesibilidad: La Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador dará acceso a la información necesaria para el desarrollo del proyecto, ya que es un tema de interés.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO.

#### 2.1 Marco Institucional.

La Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental de la Universidad Central del Ecuador, con más de cincuenta años en la formación de profesionales, ha brindado a la Sociedad Ecuatoriana talento humano capacitado técnica y científicamente para dirigir los destinos del país, desarrollando, difundiendo las ciencias de la tierra, alejándose de cualquier posición dogmática o sectaria, contribuyendo al desarrollo del Ecuador, con proyectos orientados al aprovechamiento racional de los recursos no renovables, beneficiándonos a todos.

La Carrera de Ingeniería de Petróleos, tiene por Misión y Visión lo siguiente:

#### MISIÓN

*Formar integralmente a los profesionales, investigadores y técnicos críticos de nivel superior con el conocimiento científico tecnológico para el análisis y solución de problemas y el manejo de todas las actividades relacionadas con el aprovechamiento sustentable de los hidrocarburos, con valores éticos, sociales y ambientales; capaces de formar equipos multidisciplinarios y tomar decisiones para responder a las exigencias nacionales e internacionales.*<sup>1</sup>

#### VISIÓN

*Ser líder en el aprovechamiento sustentable y sostenible de los hidrocarburos para contribuir al desarrollo del país y de la humanidad.*<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental, Carrera de Ingeniería de Petróleos, Información 2013.

<sup>2</sup> Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental, Carrera de Ingeniería de Petróleos. Información 2013.

La institución que da la apertura para el desarrollo de este proyecto es la Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador.

*La Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (SHE), es la entidad ecuatoriana encargada de ejecutar las actividades de suscripción, modificación y administración de áreas y contratos petroleros, así como de los recursos hidrocarburíferos del país. Fue creada el 27 de julio del 2010, mediante el artículo 6 de la Ley de Reformativa a la Ley de Hidrocarburos y a la Ley Orgánica de Régimen Tributario Interno, publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 244.*<sup>3</sup>

#### MISIÓN.

*Estudiar, cuantificar y evaluar el patrimonio hidrocarburífero, promocionarlo, captar inversión nacional y/o extranjera; suscribir y administrar, de manera soberana, las áreas y contratos hidrocarburíferos, con apego a la ley y a la ética, que contribuya de manera sostenida con el buen vivir de los ecuatorianos.*<sup>4</sup>

#### VISIÓN

*Ser un referente institucional con altos niveles de transparencia, credibilidad y confiabilidad, con un talento humano probo e idóneo, que sobre la base de un desarrollo tecnológico, le permita ampliar el horizonte hidrocarburífero, revertir su declinación y contribuir a satisfacer las necesidades energéticas con producción nacional de hidrocarburos.*<sup>5</sup>

### 2.2 Marco Legal.

La Ley de Hidrocarburos, refiriéndose al desarrollo Educación Superior Técnica dice: contribuir, durante el período de exploración, para el desarrollo de la educación técnica nacional y para el otorgamiento de becas, en el País o en el extranjero, de estudios

---

<sup>3</sup><http://www.she.gob.ec/portal/es/web/hidrocarburos/acerca-de-la-secretariaSHE> ó Todos los derechos reservados.

<sup>4</sup><http://www.she.gob.ec/portal/es/web/hidrocarburos/mision-visionSHE> ó Todos los derechos reservados.

<sup>5</sup><http://www.she.gob.ec/portal/es/web/hidrocarburos/mision-visionSHE> ó Todos los derechos reservados.

especializados en la industria de hidrocarburos. Este aporte será administrado por el Instituto Ecuatoriano de Crédito Educativo y Becas, (IECE).

Adicionalmente, la Ley de Hidrocarburos en el capítulo III se refiere a ñrecibir estudiantesö, recibir estudiantes o egresados de educación técnica superior relacionada con la industria de hidrocarburos, en el número y por el tiempo que se acuerde con las empresas, para que realicen prácticas y estudios en los campos de trabajo e industrias, corriendo por cuenta de las empresas los gastos de transporte, alojamiento, alimentación y atención médica.

### **2.3 Marco Ético.**

La elaboración del presente proyecto no quebrantará los principios éticos y profesionales de las personas que laboran en esta institución, menos al medio ambiente.

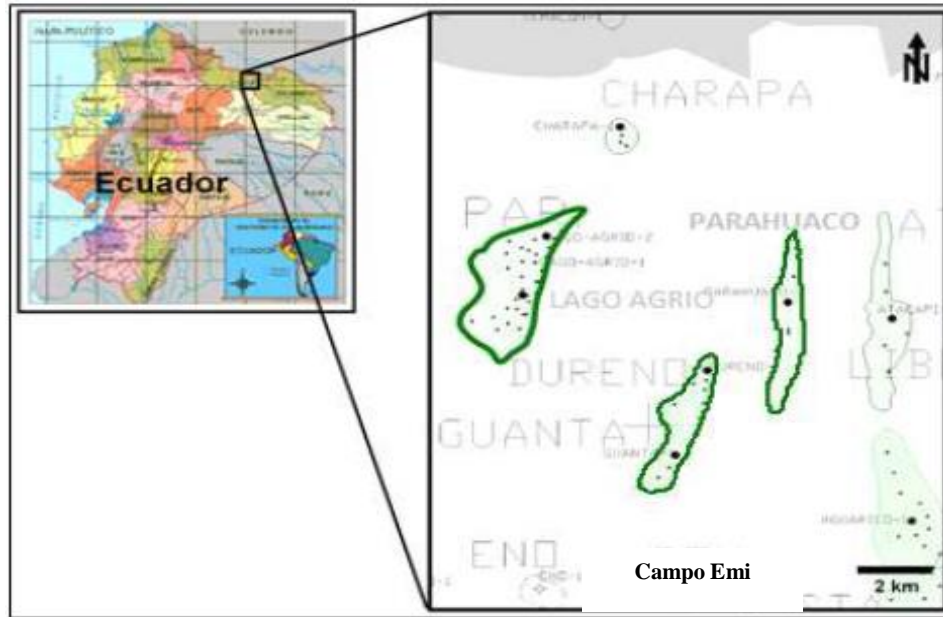
### **2.4Marco Referencial.**

#### **2.4.1 Ubicación geográfica de los Campos Emi, Azu, Dan y Jav.**

##### *2.4.1.1 Campo Emi.*

El Campo Emi está localizado al Noroeste de la región Amazónica Ecuatoriana, en la provincia de Sucumbíos, al Sur Oeste del Campo Parahuacu a unos 15 Km., en dirección Sur Este del Campo Lago Agrio (*Figura 2.1*).





**Figura 2. 1: Ubicación del Campo Emi.**

*Fuente: Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador.*

El campo fue descubierto por la empresa TEXACO PETROLEUM COMPANY, mediante la perforación de los pozos exploratorios Dureno-01 y Emi-01. Inicialmente se creía que eran dos estructuras diferentes, de allí su nombre, pero posteriormente con la perforación de nuevos pozos y estudios de geofísica, geología y yacimientos se concluyó que era una sola estructura.

#### 2.4.1.2 Campo Azu.

Se encuentra ubicado en la provincia de Sucumbíos, en la cuenca Oriente, a 16 Km. al sur - este del Campo Lago Agrio.

El consorcio TEXACO ó GULF descubre el Campo Azu, en 1968, con la perforación de pozo Azu-01, alcanzando una profundidad de 9848 pies y con una producción de petróleo de 3800 BPPD (1960 BPPD de 29 °API de la arena U y 1840 BPPD de 34 °API de la arena T).

#### 2.4.1.3 Campo Dan.

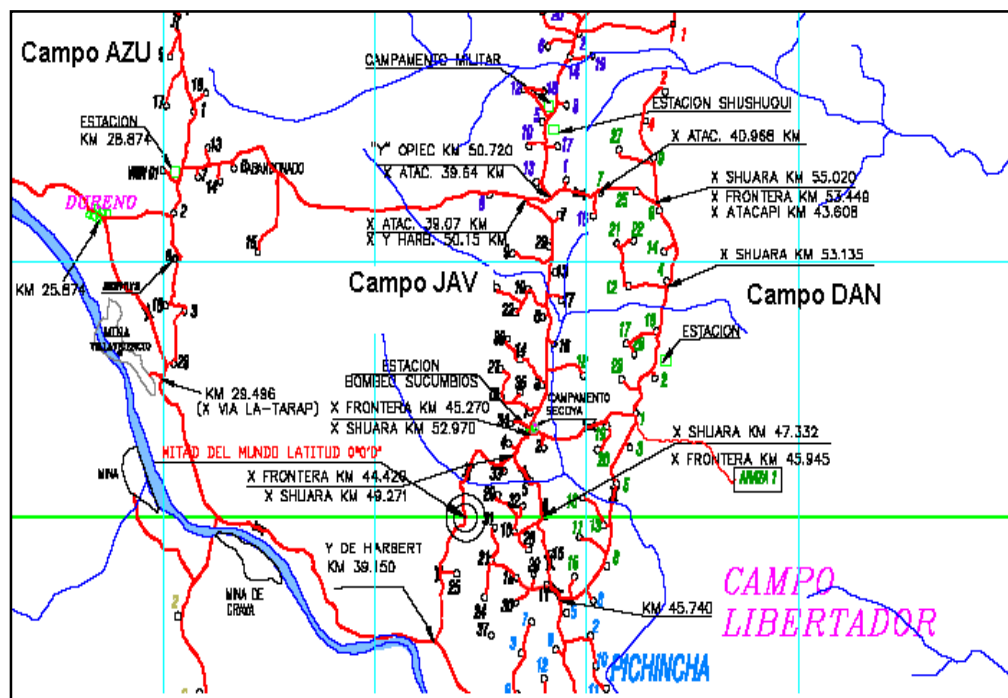
Se encuentra ubicado en la parte sur ó oriental del Campo Libertador, teniendo por límites el Campo Pacayacu en la parte norte, al sur el Campo Pichincha, al oeste está limitado por los campos Shushuqui, Secoya, en el oriente limitado por la falla Shuara.

Este campo fue descubierto en Abril de 1980 por la Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana (CEPE), con la perforación del pozo exploratorio DAN-01, obteniendo una producción de 9964 BPPD, con un °API de 28 a 33, este pozo tuvo una profundidad de 9810 pies.

#### 2.4.1.4 Campo Jav.

Este Campo está ubicado en la parte sur ó occidental del campo Libertador, junto al Campo Shuara, al sur del Campo Shushuqui.

Su estructura fue descubierta con la perforación del pozo Jav601 entre enero y febrero del año 1980. Su extensión aproximada es de 684,5 Km2.



**Figura 2. 2: Ubicación de los Campos Azu, Dan y Jav.**

*Fuente: Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador.*

## **2.4.2 Descripción geológica de los Campos Emi, Azu, Dan y Jav.**

### **2.4.2.1 Campo Emi.**

Los yacimientos productivos del Campo Emi, se encuentran en las areniscas de Hollín, òUö y òTö de la formación Napo y Basal Tena.

*òLa arena Hollín presenta un espesor de arena variable, el cual se mantiene continuo, en el sur tiene un promedio de 110 pies, en la parte central su promedio es de 120 pies mientras que en la parte norte su espesor promedio es de 100 pies, con poca presencia de arcillas y cuarzosa de granos medio a grueso, constituida en la zona inferior por areniscas limpias con buen escogimiento con cemento calcáreo correspondiéndole un depósito de ambiente transicional deltaico.*

*Hacia su tope está constituida por intercalaciones de areniscas finas con poca presencia de lutitas con un espesor promedio de 22 pies saturados de hidrocarburos y porosidad promedio de 12% y un ambiente de secuencia de estuario una dominado por arenas y otra por olas.*

*En cuanto a la arenisca òUö de edad cenomaniano con desarrollos de barras de desembocadura presenta un ambiente de depósito marino somero a marino marginal con un espesor promedio de 75 pies y la misma se divide en 2 unidades de producción las cuales mantienen su espesor en todo el campo entre 35 a 45 pies.*

*La arenisca òTö de edad Albiano con facies de barras de desembocadura presenta un depósito de ambiente transicional deltaico mantiene un espesor promedio de 130 pies a través de toda el área de norte a sur. Al igual que la arenisca òUö se diferencian dos unidades de producción.*

*La arenisca Basal Tena de edad Maestrichtiano de ambiente marino de sublitoral es una arenisca de cuarzo de grano fino a grueso de color café, a veces conglomerática mal escogida de cemento de silicio a veces calcáreo y mantiene un espesor entre 12 a 18 pies*

*depositado de forma irregular de los cuales entre 4 y 6 pies están saturados de hidrocarburos.*<sup>6</sup>

#### *2.4.2.2 Campo Azu.*

*La estructura del Campo Azu es asimétrica de orientación N-SSE, de 17 Km. de longitud y 2 Km. de ancho aproximados, limitada al este por una falla que desaparece en la parte sur del campo. Esta estructura se desarrolló en el Maastrichtiano ó Paleoceno, con deformación sin ó tectónica de los depósitos Tena, esta presenta una variación de espesores que refleja el crecimiento de la estructura.*

*Las areniscas òTö y òUö, asignan un ambiente deltaico marino con influencia fluvial, con subambientes de canales distribuidos de dirección NNE ó SSO y barras de desembocadura principalmente, con ocurrencias menores de barras de resbale y depósitos de òcrevasse splayö. Los hidrocarburos existentes en los reservorios òTö y òUö tienen 32 °API y 23 °API respectivamente.*<sup>7</sup>

#### *2.4.2.3 Campo Dan.*

*Los principales reservorios productores del Campo Danson: òArenisca Basal Tena òBTö, Arenisca inferior òUiö, Arenisca media òUmö, Arenisca superior òUsö, Arenisca òTsö y Arenisca òTiö.*

*La Arenisca Basal Tena òBTö es cuarzosa con un espesor promedio de 8,21 pies, con una porosidad media de 17,81%, la cual presenta una litología, con granos de cuarzo translúcidos a semitranslúcidos, de grano fino a muy fino, en partes medio, subangular a subredondeados, con selección regular, arcillolita café oscura, café amarillentas, café claras, gris ó verdoso, café rojizas, cremas. El tipo de hidrocarburo que presenta el reservorio es de 19,80 °API.*

---

<sup>6</sup>Baby P., Rivadeneira M., (2004) Barragán R. òLa Cuenca Oriente: Geología y Petróleoö.

<sup>7</sup>Baby P., Rivadeneira M., (2004) Barragán R. òLa Cuenca Oriente: Geología y Petróleoö.

*El reservorio ðUsö presenta un espesor promedio de 48,40 pies con un volumen de arcilla de 27,90 % y una porosidad media de 13,30%.*

*La litología consiste en arenisca cuarzosa, café clara, con inclusiones de glauconita, con granos transparentes a translúcidos, de grano muy fino a fino, subangular a subredondeados, de regular selección. El tipo de hidrocarburo que presenta el reservorio está entre 26 a 28 °API.*

*La arena ðUmö tiene un espesor promedio de 48,37 pies, con 29,52% de arcilla, 13,40% de porosidad promedio, este reservorio presenta una arenisca cuarzosa blanca, ligeramente calcárea con granos de cuarzo de transparente a translúcidos, de grano fino a medio, subangular a subredondeados, de regular selección con matriz arcillosa.*

*El reservorio ðUiö tiene un espesor promedio de 48,88 pies con 28% de arcilla y una porosidad de 13,10%.*

*Es una arenisca gris clara, translúcida. Lutita gris ó oscura a gris, ocasionalmente negra, moderadamente dura, con inclusiones de micropirita. Tiene presencia de crudo liviano de 27 a 29 °API.*

*El reservorio ðTsö tiene un espesor promedio de 48,38 pies con un 31,90% de arcilla y una porosidad media de 11,20%. Presenta una arenisca cuarzosa, en partes con glauconita, café clara a gris clara, con cuarzo translúcido, grano fino a muy fino y ocasionalmente medio. El crudo presente en esta arena está entre los 27 y 30 °API.*

*El reservorio ðTiö tiene un espesor promedio de 46,57 pies con un volumen de arcilla de 18%, una porosidad promedio de 13,29%. Presenta una arena cuarzosa, café clara, translúcida, de grano fino a muy fino, variando en menor grado a medio. El crudo presente en esta arena está entre 28 y 31 °API.<sup>8</sup>*

---

<sup>8</sup>Baby P., Rivadeneira M., (2004) Barragán R. ðLa Cuenca Oriente: Geología y Petróleoö.

#### 2.4.2.4 Campo Jav.

El Campo Jav *muestra una estructura anticlinal, limita en la parte Este, por una falla que corre de Norte a Sur; y por el Norte, Sur y Oeste por los cierres estructurales de Ui (8186 ft) y T (8357 ft); coincidiendo este último cierre estructural con la protección de CAP del pozo vecino SHU-01.*

*Las principales unidades de reservorio la constituyen las areniscas basales de la formación Terciaria Tena; las areniscas ðM-1ö, ðM-2ö, ðUö y ðTö de la formación Cretácico Napo y la formación Hollín del cretácico inferior Las Calizas ðAö, ðBö y la arenisca ðM-2ö de Napo, así como los depósitos conglomerados de Tiyuyacu, se consideran reservorios marginales. El crudo presente en los reservorios de este campo tiene un °API de 29.ö<sup>9</sup>*

#### 2.4.3 Sistema de Bombeo Mecánico.

##### 2.4.3.1 Introducción.

De un tiempo de producción del yacimiento se tiene una reducción en la presión, la energía natural que empuja a los fluidos deja de ser suficiente, es en este momento cuando se recurre al uso de un mecanismo artificial para continuar extrayendo hidrocarburos, uno de los mecanismos más usados es el bombeo mecánico, que también es el más antiguo.

El bombeo mecánico es un sistema de levantamiento artificial en el cual se realiza un proceso de succión y transferencia continua del petróleo hasta la superficie, considerando que el yacimiento posee una determinada presión, la misma es suficiente para que el petróleo alcance un determinado nivel en el pozo.

El sistema de bombeo mecánico como todos los sistemas de levantamiento artificial está constituido por Equipos de Superficie y por Equipos de Fondo.

---

<sup>9</sup>Baby P., Rivadeneira M., (2004) Barragán R. ðLa Cuenca Oriente: Geología y Petróleoö.

Los Equipos de Superficie incluyen: la unidad motriz (motor y reductor de engranaje), unidad de bombeo (Rotaflex), caja de engranaje y contrapesos, barra pulida, prensa estopa, cabezal y líneas de flujo.

Los Equipos de Fondo incluyen: sarta de varillas, tubería de producción, bomba de fondo, ancla de gas (opcional), niple de asentamiento, niple perforado y ancla de tubería.

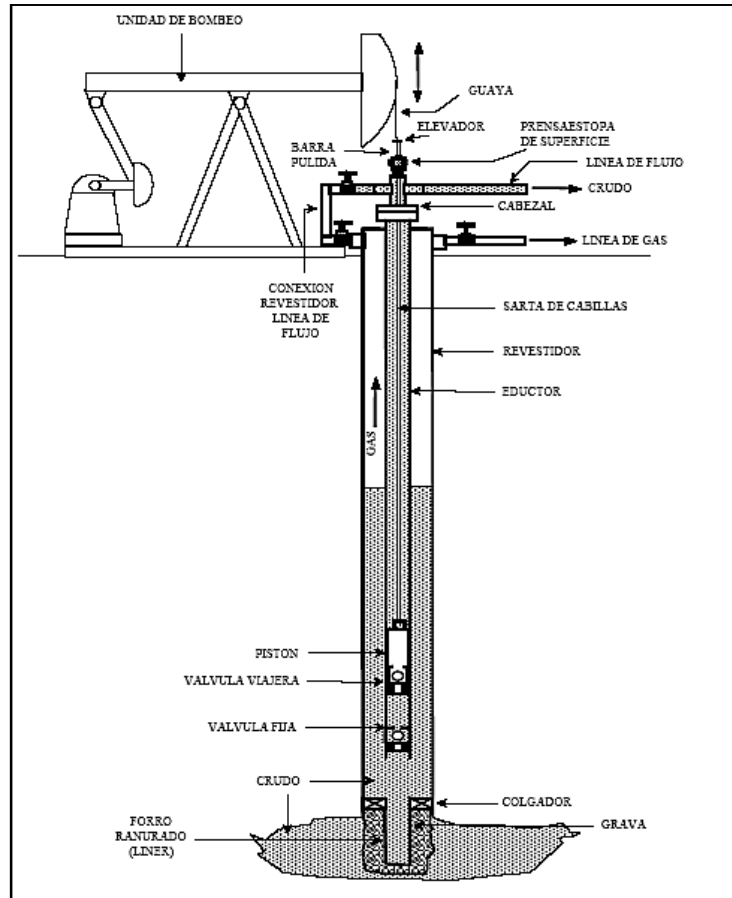
#### *2.4.3.2 Descripción del sistema.*

El objetivo del sistema de bombeo mecánico es elevar el fluido (petróleo y agua) desde el nivel que alcanza en el pozo y desplazarlo al punto de recolección, por medio de una bomba de profundidad que está accionada por la columna de varillas que transmiten el movimiento del equipo de bombeo. El fluido es conducido hasta la superficie por la tubería de producción y de ahí hasta un punto de recolección por la línea de flujo.

La bomba eleva el fluido desde el nivel dinámico y no desde la profundidad donde se encuentra asentada, entonces el trabajo desarrollado será mayor cuando más bajo se entra este nivel.

Para una eficiente extracción será indispensable bajar el nivel del fluido tanto como sea posible (para evitar aplicar una contrapresión a la formación) sin que esto provoque un llenado parcial del barril de la bomba que disminuya su rendimiento y cause el golpe de fluido.

En la siguiente imagen podemos ver un arreglo común del sistema de bombeo mecánico.



**Figura 2. 3: Diagrama de un sistema de bombeo mecánico convencional.**

*Fuente:* Diseño de Instalaciones de Levantamiento Artificial por Bombeo Mecánico, PDVSA (CIED).

#### *2.4.3.2.1 Equipo de Superficie.*

En los equipos de superficie tenemos los siguientes componentes, que ya se mencionaron anteriormente: unidad motriz, unidad de bombeo (Rotaflex, balancín), caja de engranaje y contrapesos, barra pulida, prensa estopa, cabezal, líneas de flujo.

##### ***Unidad Motriz.***

La unidad motriz es un motor eléctrico o a gas, tiene la función de suministrar la potencia que el sistema de bombeo necesita, esta unidad afecta al consumo de energía y a las cargas de la caja de engranaje. La potencia del motor es medida en caballos de fuerza (HP), esta potencia dependerá de la profundidad, del nivel del fluido, de la velocidad de



bombeo y del balanceo de la unidad, por esta razón se debe realizar un diseño adecuado del tamaño del motor, si se lo sobredimensiona se garantiza la potencia, esto disminuye la eficiencia del mismo. Hay que tomar en cuenta que los motores eléctricos pueden llegar a eficiencias máximas cuando operan con una potencia cercana a la recomendada por el fabricante.

Los motores eléctricos y a gas son componentes de bajo torque y altas revoluciones por minuto (rpm). Cuando existe una variación de velocidad en la unidad motriz se ve afectada la caja de engranaje, las cargas en las varillas y la velocidad de bombeo.

### ***Unidad de Bombeo.***

Esta tiene la función de convertir al movimiento rotacional de la unidad motriz al movimiento ascendente ó descendente de la barra pulida. Una unidad de bombeo apropiadamente diseñada tiene el tamaño exacto de caja de engranaje y estructura. Debe tener también suficiente capacidad de carrera para producir el fluido que se desea. Las unidades de bombeo pueden tener características comunes pero también tiene diferencias que podrían influir significativamente en el comportamiento del sistema.

Existen diferentes tamaños, características y funcionamientos que dan lugar a una gran variedad de balancines que deben cumplir las especificaciones API en sus diseños y son las más utilizadas para el levantamiento mecánico. Los costos de operación son relativamente bajos y tienen una amplia adaptación a las condiciones que pueden tener los pozos.

#### **➤ *Tipos de unidades de bombeo.***

Hay tres tipos básicos de unidades de bombeo mecánico (balancines), las que se diferencian por su geometría y tipo de contrapeso. También tenemos una unidad que tiene el principio básico de bombeo mecánico que ya no utiliza balancín, conocido como Rotaflex. En resumen las unidades de bombeo mecánico son las siguientes:

Unidad convencional.

Unidad balanceada por aire.

Unidad de geometría especial (Mark II).

Unidad Rotaflex.

### **UNIDAD CONVENCIONAL.**

Su geometría está basada en un sistema de palanca de clase I, con punto de apoyo en el medio de la viga del balancín y emplea contrapesos mecánicos.



**Figura 2. 4: Unidad de bombeo mecánico convencional.**

*Fuente: Catálogo Diadema Pumping Unit.*

### **UNIDAD BALANCEADA POR AIRE.**

Esta unidad utiliza un sistema de palanca de clase III, con un punto de apoyo en el extremo del balancín y es de empuje ascendente simétrico.



**Figura 2. 5: Unidad Balanceada por aire.**

*Fuente: Catálogo Diadema Pumping Unit.*

### **UNIDAD DE GEOMETRIA ESPECIAL (MARK II).**

Esta unidad utiliza un sistema de palanca de clase III, de empuje ascendente asimétrico y contra peso mecánico. Los elementos que componen ésta unidad se denominan como los de la unidad convencional con la diferencia que el conjunto de articulación del balancín se denomina cojinetes del poste maestro.



**Figura 2. 6: Unidad de geometría especial.**

*Fuente: Catálogo Diadema Pumping Unit.*

### **UNIDAD ROTAFLEX.**

Es una unidad de bombeo de carrera larga que la compañía Weatherford ha diseñado para uso con bombas de pistón. Esta tecnología se la está implementando en el Distrito Amazónico, más adelante realizaremos un análisis detallado sobre esta unidad de bombeo.

#### ***Caja de Engranajes y Contrapesos.***

La función de la Caja de Engranajes es convertir en torques bajos y altas revoluciones por minuto (rpm) de la Unidad Motriz, en altos torques y bajas revoluciones por minuto (rpm) necesarias para operar la unidad de bombeo. Una reducción típica de una Caja de Engranaje es 30:1. Esto significa que la Caja de Engranaje reduce las revoluciones por minuto (rpm) a la entrada 30 veces mientras intensifica el torque de entrada 30 veces.

Si la Caja de Engranajes tuviera que suplir todo el torque que la Unidad de Bombeo necesita para operar, su tamaño debería ser demasiado grande. Afortunadamente, al usar contra pesos, el tamaño de la Caja de Engranaje puede ser minimizado.

Los contrapesos ayudaran a reducir el torque que la caja debe suministrar. Estos ayudaran a la caja durante la carrera ascendente cuando las cargas en la Barra Pulida son las más grandes. En la primera carrera descendente, la Caja de Engranaje levanta los contrapesos con la ayuda de las cargas de las varillas, quedando lista para ayudar nuevamente en la carrera ascendente. Dicho de otra forma, en la carrera ascendente, los contrapesos proporcionan energía a la Caja de Engranaje (al caer). En la carrera descendente estos almacenan energía (subiendo). La condición operacional ideal es igualar el torque de la carrera ascendente y descendente usando la cantidad correcta del momento de contrabalanceo. Cuando esto pasa la unidad está balanceada.

Cuando una unidad esta fuera de balance puede sobrecargar el motor y la Caja de Engranaje. Esto puede dar lugar a fallas costosas y pérdidas de producción si no se corrige a tiempo.

#### ***Barra Pulida.***

Tiene la función de conectar la unidad de bombeo a la Sarta de Varillas y es la única parte de la sarta que es visible en superficie. Como su nombre lo indica, la Barra Pulida tiene una superficie lisa y brillante. La superficie de esta barra previene el desgaste de las empacaduras de la Prensa Estopa. Las empacaduras de la Prensa Estopa están diseñadas para prevenir fugas de fluido.

Cuando el pozo no produce el suficiente petróleo para mantener lubricada a la Barra Pulida, entonces un lubricador es usualmente instalado encima de la Prensa Estopa. Este lubricador prevendrá los daños en la Prensa Estopa y la Barra Pulida con la constante lubricación.

#### ***Prensa Estopa.***

Se debe considerar que la función principal de la Barra Pulida es soportar el peso de la Sarta de Varillas, bomba y fluido. Por lo tanto, esta barra experimenta cargas más altas que cualquier otra parte de la sarta.

Las empacaduras de la Prensa Estopa son apretadas para prevenir las fugas en el cabezal. Pero, si se aprietan demasiado, se podrán incrementar las pérdidas de potencia en la Barra Pulida.

#### ***Líneas de Flujo.***

Esta conecta el cabezal del pozo con el separador. Otra de las funciones de la barra pulida es sobreponerse a la presión en la línea de flujo.

Las altas presiones en la línea de flujo pueden provocar altas cargas en la barra pulida y una disminución en la eficiencia. Estas cargas adicionales en la barra pulida dependerán del diámetro del pistón, mientras más grande sea el tamaño del pistón, más grande será el efecto de la presión de la línea de flujo en el sistema.

Hay que tomar en cuenta que en pozos con exceso de gas se tendrá que instalarse un orificio (back pressure) en la línea de flujo, esto ayudará a evitar el ñcabeceoñ o interrupción de la producción.

#### ***2.4.3.2.2 Equipo de Fondo.***

El equipo de fondo está constituido por: Sarta de Varillas, Tubería de Producción, Bomba de Fondo, Ancla de Gas (opcional), Niple de Asentamiento, Ancla de Tubería.

#### ***Sarta de Varillas.***

Las varillas son piezas metálicas cilíndricas que están encargadas de transmitir a la bomba de subsuelo el movimiento que hace la Unidad de Bombeo, para que ésta pueda bombear el petróleo hacia la superficie. Se utiliza diámetros mayores de varillas en el tope y diámetros pequeños en la base para minimizar los costos y las cargas tensionales.

Las varillas tienen una conexión estándar, en las que no se toma en cuenta el fabricante, sus diámetros van de 1/2", 3/4", 7/8", 1", 1 1/8", con longitudes de 25', 30' y 50'. Se fabrican de acuerdo a ciertas especificaciones y la forma de identificarlas es mirando las marcas impresas de las caras planas del cuadro, estas indican el año de fabricación, diámetro, grado de la varilla y composición química de la misma.

### ***Tubería de Producción.***

El fluido se produce a través del anular, tubería ó varillas hasta la superficie, cuando la tubería está anclada al anular, ésta tiene un efecto menor en el comportamiento del sistema en la mayoría de los casos. Si la tubería no está anclada entonces podría afectar las cargas sobre las varillas y el desplazamiento de la bomba debido a su estiramiento. Existen algunos problemas que pueden afectar el comportamiento del sistema:

- ✓ Restricciones de flujo por existencia de parafinas y escalas.
- ✓ Cuellos de botella, que pueden ocurrir cuando la bomba tiene diámetros mayores que el diámetro interno de la tubería.
- ✓ Hoyos desviados que incrementan la fricción entre las varillas y la tubería.
- ✓ Tubería que es demasiado pequeña para la tasa de producción.

Todos estos problemas resultan en cargas más altas en todos los componentes del sistema. También, fugas en la tubería pueden disminuir significativamente la eficiencia del sistema.

### ***Bomba de Fondo.***

Es una bomba de pistón utilizada para levantar el petróleo desde el fondo del pozo a la superficie, accionada por el movimiento de arriba hacia abajo de la sarta de varillas que son accionadas por la unidad de bombeo.

La bomba está formada por un pistón y una camisa donde se mueve el pistón, contiene una válvula estacionaria (válvula fija) que permite o no la entrada de petróleo y gas del pozo al interior de la bomba y una válvula móvil (válvula viajera) que permite o no la entrada de petróleo y gas de la bomba al interior del pistón. La válvula fija está sujeta a la tubería por intermedio de un sistema de anclaje o zapato, efectuando un sello hermético que evita que el petróleo y gas retenidos en la bomba sean desplazados nuevamente al pozo.

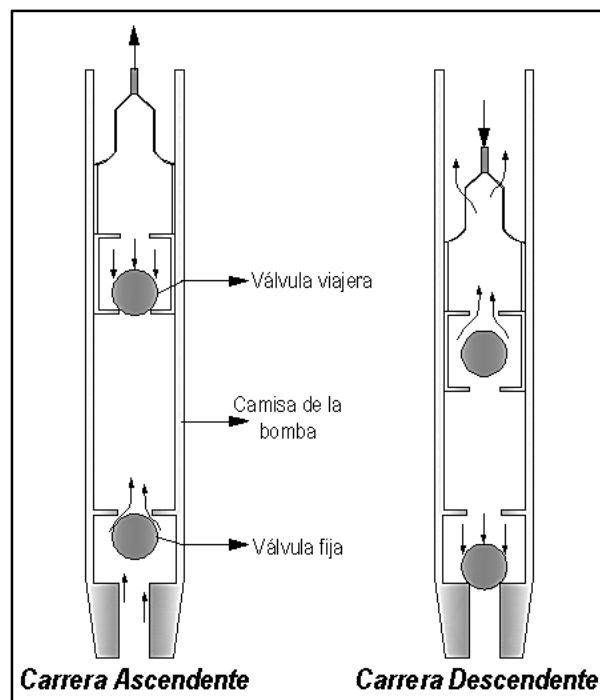
Las bombas accionadas por varillas se dividen en dos grupos:

- ✓ Bombas de Tubería, en las cuales el barril o camisa y la zapata de la bomba, forman parte integral de la tubería de producción; es decir, se requiere sacar la tubería para reemplazar o cambiar la bomba del pozo. El pistón en este tipo de

bombas es corrido con las varillas y en su parte inferior lleva una especie de pescante que se utiliza para colocar la válvula fija en la zapata de la bomba o para sacarla de la misma.

- ✓ Bombas de Varillas, en éste tipo de bomba la camisa, el pistón, la válvula fija y la válvula viajera forman un solo ensamblaje, el cual es corrido o removido por la sarta de varillas; o sea que el reemplazo o colocación de la bomba únicamente se requieren sacar las varillas sin la necesidad de tener que sacar la tubería de producción.

En la siguiente figura se muestra el comportamiento de las válvulas viajeras y fijas durante el ciclo e bombeo, asumiendo que la bomba está llena con líquido incompresible (petróleo muerto o agua).



**Figura 2.7: Comportamiento de válvulas viajeras y fijas durante el bombeo.**

*Fuente: Manual de Optimización de B. Mecánico, THETA Enterprise Inc.*

*Realizado por: Darwin P. Molina M.*

**Carrera Ascendente.** En la carrera ascendente, cuando el pistón comienza a moverse hacia arriba, la válvula viajera se cierra y levanta las cargas de fluido. Esto genera un

vacío en el cilindro de la bomba que causa la apertura de la válvula fija, permitiendo que el fluido proveniente del yacimiento llene la bomba.

**Carrera Descendente.** En la carrera descendente, cuando el pistón comienza a moverse hacia abajo, la válvula fija se cierra y el fluido en el cilindro de la bomba empuja la válvula viajera abriendo esta. El pistón viaja a través del fluido que se ha desplazado hacia la bomba durante la carrera ascendente. Luego el ciclo se repite.

#### ***Ancla de Gas.***

La bomba de varillas de succión está diseñada tan solo para bombear líquido. La presencia de gas en el líquido producido reduce la eficiencia de la bomba, en la carrera descendente, la bomba comprime el gas hasta que la presión dentro del cilindro es suficientemente alta para abrir la válvula viajera. Dependiendo de la cantidad de gas libre, una gran parte de la carrera ascendente puede desperdiciarse en la compresión del gas antes que algún líquido sea producido. Debido a esto, existen eficiencias volumétricas menores al 50% que son comunes cuando el gas entra en la bomba.

En la carrera ascendente, como el gas entra en la bomba, éste ocupa una gran parte del volumen de la bomba. Esto reduce la cantidad de líquido que puede entrar en la bomba. Las anclas de gas ayudan a reducir la cantidad de gas libre que entra en la bomba. Esto ocurre al permitir que la separación del gas y su flujo hacia la superficie a través del anular (revestidor ó tubería); antes de su entrada a la bomba.

Las anclas de gas son extensiones de bombas diseñadas para separar el gas libre del líquido producido antes de que éste entre en la bomba. Estas operan con el principio de que el gas es más ligero que el petróleo y por lo tanto se mueve hacia arriba mientras el crudo lo hace hacia abajo. El gas pasa la entrada de la bomba, fluye hacia arriba por el anular tubería ó revestidor permitiendo que más líquido entre en la bomba. Este mejora la eficiencia volumétrica y aumenta la producción.

#### ***Ancla de Tubería y Niple de Asentamiento.***

El Ancla de Tubería está diseñada para ser utilizada en pozos con el propósito de eliminar el estiramiento y compresión de la tubería de producción, la cual roza la sarta de varillas y ocasiona el desgaste de ambos. Normalmente se utiliza en pozos de alta profundidad. Se instala en la tubería de producción, siendo éste el que absorbe la carga de la tubería. Las



guías de varillas son acopladas sobre las varillas a diferentes profundidades, dependiendo de la curvatura y de las ocurrencias anteriores de un elevado desgaste de tubería.

El Niple de Asentamiento (o zapata) es un acople de tubería especialmente diseñado, que internamente es estrecho y permite asentar la bomba con un fuerte sello. Los niples de asentamiento tienen por igual cierre mecánico o por copas de fricción. Cuando una bomba de tubería es ahusada, la válvula fija se conecta con la base del pistón.

#### *2.4.3.2.3 Parámetros de Aplicación.*

- Este método de levantamiento tiene un rango de producción entre 20 y 2000 BPPD.
- Se puede aplicar una profundidad no mayor a 9000 pies.
- No se puede utilizar en pozos desviados.
- No debe existir presencia de arena.
- Se utiliza en pozos con temperaturas no mayores a 500 °F.

Para la aplicación de bombeo mecánico el pozo debe tener cierta presión, lo suficiente para alcanzar un nivel en el pozo. El bombeo mecánico no es más que un procedimiento de succión y transferencia continua de petróleo hasta la superficie.

#### *2.4.3.2.4 Ventajas y Desventajas del Bombeo Mecánico.*

##### ***Ventajas del Bombeo Mecánico.***

- ✓ Confiabilidad y bajo mantenimiento.
- ✓ Alto valor residual del equipo de superficie.
- ✓ Permite alcanzar un alto grado de depleción.
- ✓ Tolerancia para altas temperaturas.
- ✓ Facilidad para ajustar la tasa de producción.
- ✓ Alternativas en la unidad motriz (motor diésel o eléctrico).
- ✓ Operación, análisis sencillos y fácil reparación técnica.
- ✓ Facilidad para el intercambio de unidades entre pozos.
- ✓ Aplicable a huecos estrechos y completaciones múltiples.
- ✓ Levantamiento de crudos con viscosidades relativamente altas.
- ✓ Aplicación fácil de tratamientos contra la corrosión y la formación de escalas.

- ✓ Permite una operación más eficiente mediante el uso de unidades con doble sistema de válvulas, lo que permite bombear tanto en la carrera ascendente, como en la descendente.

***Desventajas del Bombeo Mecánico.***

- ✓ Problemas de fricción en pozos tortuosos.
- ✓ Presenta mayor desgaste de las varillas en pozos desviados.
- ✓ Requiere de gran espacio en superficie, siendo poco recomendable en plataformas costa fuera y en locaciones urbanas.
- ✓ Los caudales que permite bombear son relativamente bajos.
- ✓ Baja la tolerancia a los productos sólidos
- ✓ Baja eficiencia volumétrica en pozos con alta producción de gas.
- ✓ Poca resistencia al contenido de H<sub>2</sub>S.
- ✓ En pozos de diámetro pequeño, se limita el caudal a producir, por el tamaño del equipo de subsuelo.

***2.4.3.3 Unidad de Bombeo Rotaflex (Unidad de Carrera Larga).***

La unidad de bombeo Rotaflex es una unidad de carrera larga creada por la compañía Weatherford que ha sido diseñada para ser usada con bombas de pistón. Las innovaciones y su probada tecnología en su diseño hacen que esta unidad ofrezca un bombeo eficiente y rentable en pozos profundos, complejos y de alto caudal. Con esta unidad de bombeo se puede utilizar bombas de pistón en pozos donde antes operaban bombas electrosumergibles o hidráulicas.

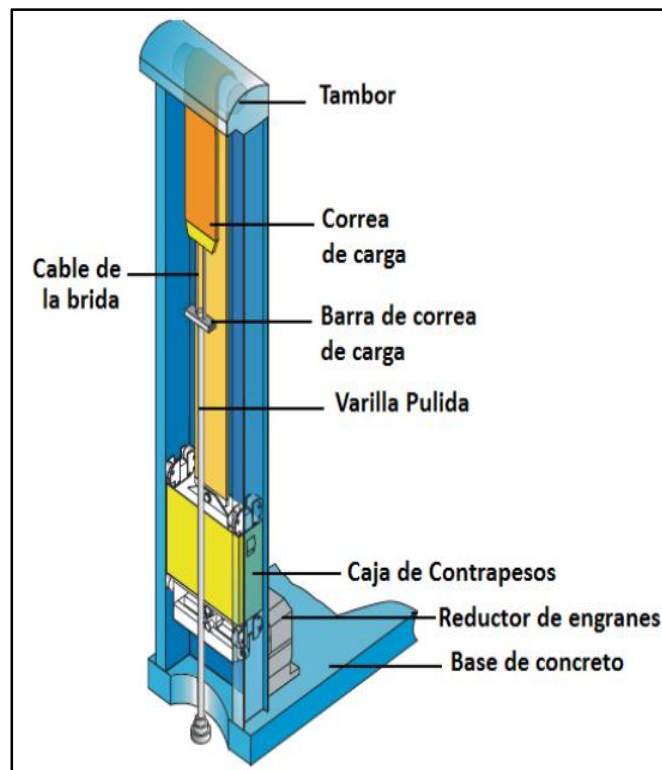
Tiene una carrera larga de hasta 366 pulgadas o 9,3 metros y la posibilidad de trabajar a muy bajos ciclos por minuto que permite un completo llenado de la bomba y menor carga dinámica. Los gráficos dinamométricos obtenidos en los pozos que están operados con Rotaflex son similares a un gráfico de carga ideal (modelo teórico). El bombeo con la unidad Rotaflex reduce la carga estructural sobre el equipo, alargando así la vida útil de la instalación de fondo de pozo, ya que la sarta de varillas trabaja a velocidades relativamente constantes. La velocidad constante y una menor cantidad de ciclos de bombeo alargan la vida útil de la unidad de bombeo, de la bomba de fondo y de la sarta de varillas.

Trabajar con esta unidad de bombeo es simple y seguro, luego de desconectar la brida de seguridad y el colgador de la barra pulida, la unidad de Rotaflex, entera, se desplaza del cabezal del pozo sin necesidad de desarmarla. Terminada la intervención, la unidad Rotaflex vuelve a ser desplazada hasta su posición de trabajo (sobre la boca del pozo) y el vástago conectado.

#### 2.4.3.3.1 Descripción.

La unidad de bombeo Rotaflex (Unidad de Carrera Larga) es una unidad de baja velocidad de bombeo y carrera larga. Tiene la finalidad de transformar el movimiento de rotación del motor en un movimiento ascendente ó descendente requerido para impulsar la bomba de fondo.

La unidad está conformada como una torre vertical (ver Figura 2.8) que se coloca próxima a la cabeza del pozo. Está integrada principalmente por una correa de carga, el tambor de la correa de carga, la caja de contrapesos, y el mecanismo de reversa, mientras que en la base se ubica un reductor de engranes y el motor.



**Figura 2. 8: Componentes de la Unidad de Bombeo de Carrera Larga.**

*Fuente: Weatherford, Reciprocating Rod Lift.*

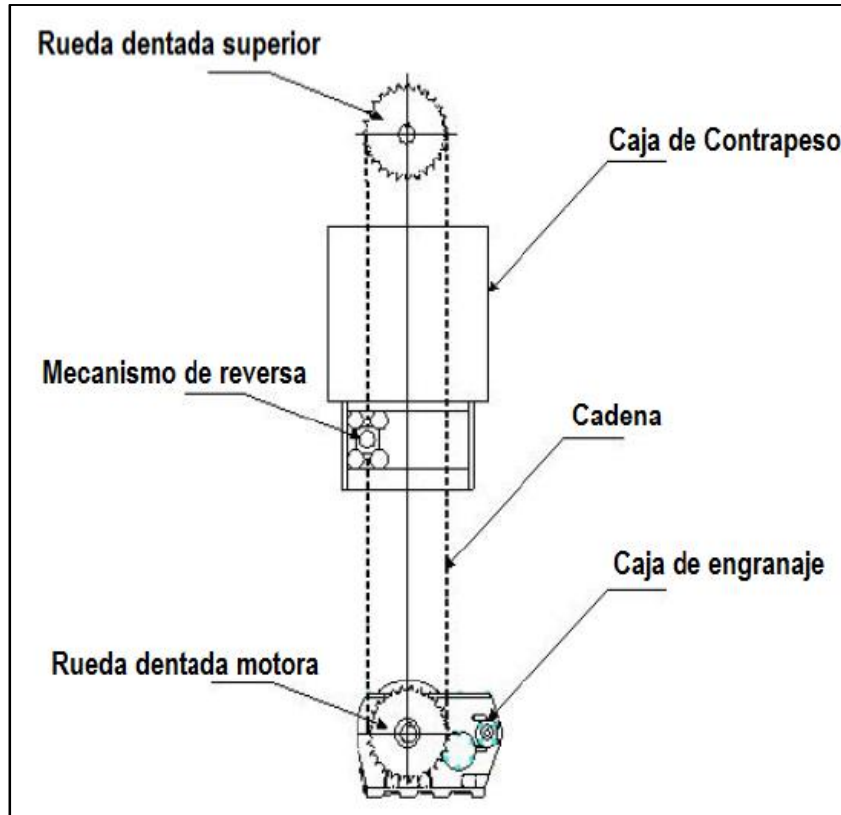
En estos equipos el motor eléctrico está conectado directamente a una caja reductora, la cual transmite el movimiento de rotación a una rueda dentada motora que conduce una cadena a velocidad relativamente constante. Esta cadena viaja entre la rueda dentada mencionada anteriormente y otra fija en la parte superior de la torre.

### ***Principio de Funcionamiento.***

La unidad de carrera larga mantiene una velocidad relativamente constante durante la mayor parte de la carrera ascendente y descendente. La conexión del sistema resulta en un brazo de torque constante en la caja reductora. En la cima y en el fondo de la carrera, el momento en el brazo de torque se convierte en cero y los requerimientos de poder del motor son más bajos.

El peso de la caja de contrapesos (incluyendo las pesas auxiliares) debe ser aproximadamente igual al peso de las varillas más la mitad del peso del fluido. Así, la energía debe ser suministrada al sistema durante la carrera ascendente de la barra pulida porque el peso de las varillas más el peso del fluido, excede el peso de la caja de contrapesos. Durante la carrera descendente, el peso de la caja de contrapesos excede el peso de las varillas, por lo que debe suministrarse una fuente de poder que ayude a subir a la caja de contrapesos, mientras las varillas son bajadas.

El motor está conectado directamente en la caja reductora, la cual transmite el movimiento de rotación a una rueda dentada motora que conduce una cadena a velocidad relativa constante. Dicha cadena viaja entre la rueda dentada mencionada anteriormente y otra fijada en la parte superior de la torre, tal como se muestra en la Figura 2.9, que impulsa la caja de contrapeso y el mecanismo de reversa.



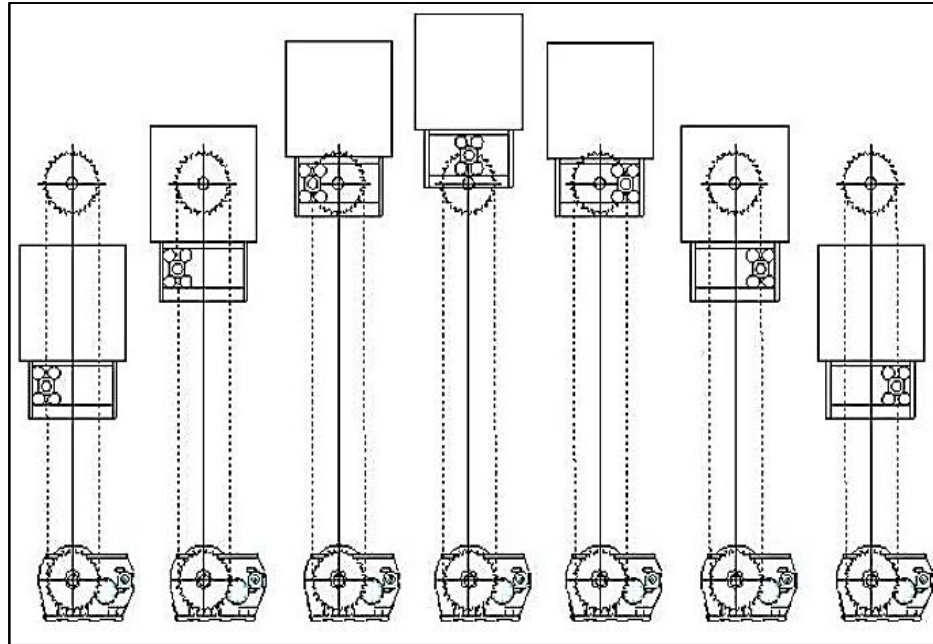
**Figura 2. 9: Sistema de cadena y contrapeso.**

*Fuente: Weatherford, Reciprocating Rod Lift.*

La caja de contrapeso del equipo se encuentra fija en uno de los eslabones de la cadena, por medio del mecanismo de reversa se mueve conjuntamente con éste, en la carrera ascendente y descendente, como se muestra en la Figura 2.10.

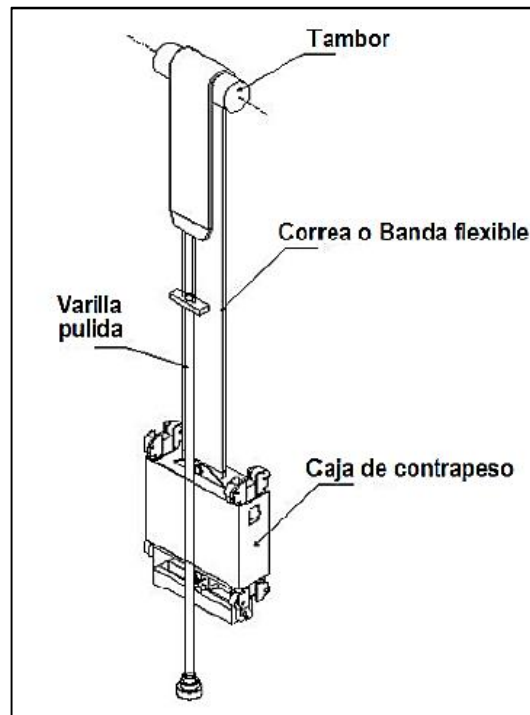
A su vez, la caja de contrapeso se encuentra conectada a una correa de carga (banda flexible) que se desliza sobre el tambor giratorio durante el ciclo de bombeo y transmite la fuerza a la barra pulida (varilla pulida) mediante el cable de la brida (Figura 2.11).

De esta manera, en la carrera ascendente, el contrapeso baja, mientras que en la carrera descendente el contrapeso sube.



**Figura 2. 10: Movimiento del contrapeso. Cambio de sentido de carrera.**

*Fuente: Weatherford, Reciprocating Rod Lift.*



**Figura 2. 11: Conexión entre la caja de contrapeso y la banda flexible.**

*Fuente: Weatherford, Reciprocating Rod Lift.*

Ésta correa de carga de alta resistencia, con capacidad hasta de 40000 libras actúa como un amortiguador de choques, absorbiendo las cargas de impacto de los componentes dentro del pozo para reducir la fatiga del sistema. Por otro lado ayuda a la bomba a que trabaje más eficientemente y produzca más fluido.

Los cambios de sentido se producen en las ruedas dentadas (superior e inferior) cuando dicho eslabón (fijo al mecanismo de reversa) pasa a través de ellas. Mientras la cadena siempre viaja a una velocidad relativamente constante, un rápido cambio en la velocidad de la caja de contra peso y la barra pulida ocurre en la cima y en el fondo de cada embolada.

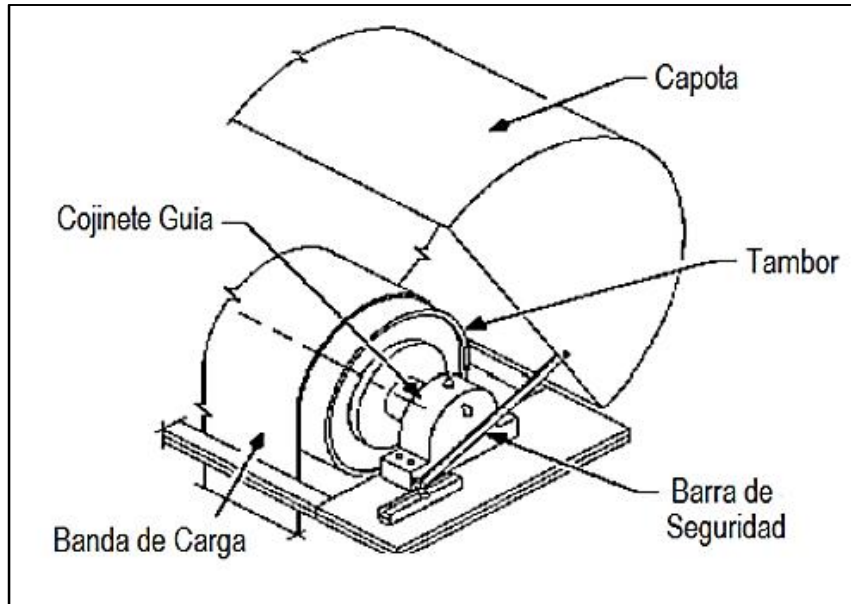
Dichos cambios de velocidad origina que en la caja de contrapeso y la barra pulida desaceleren al final de cada mitad de carrera y aceleren al principio de cada mitad.

Específicamente, el mecanismo de reversa desacelera verticalmente mientras el eslabón cambia horizontalmente de posición. Así, a medida que el mecanismo de reversa desacelera, la caja de contrapeso y la barra pulida lo hacen también.

#### *2.4.3.3.2 Partes importantes de la unidad de Bombeo Rotaflex.*

##### ***Tambor.***

En la parte superior de la torre se encuentra la capota de la corona (Figura 2.12), desde donde se tiene acceso al tambor, a la correa o banda de carga y a los dos cojinetes guías que soportan el tambor. El tambor es el que soporta el peso combinado de la caja de contrapesos y de la carga del pozo, por lo que es importante verificar periódicamente el estado del mismo.



**Figura 2. 12: Parte superior de la unidad.**

*Fuente: Weatherford, Reciprocating Rod Lift.*

#### ***Cable de la Brida.***

Es un cable de acero trenzado que sirve de eslabón entre la correa de carga y la barra pulida, transmitiendo el movimiento alternativo de la sarta de varillas de succión.

#### ***Correa de Carga.***

Banda flexible de alta resistencia con capacidad de hasta 40000 libras, que absorbe los esfuerzos de tensión y compresión.

#### ***Caja de Contrapeso.***

Como el peso de la sarta de varillas, la bomba y la columna de fluidos desequilibran la fuerza necesaria para realizar el movimiento reciprocante, es necesario equilibrar el peso del aparejo con masas de acero (contrapeso) que permitan reducir el consumo de energía.

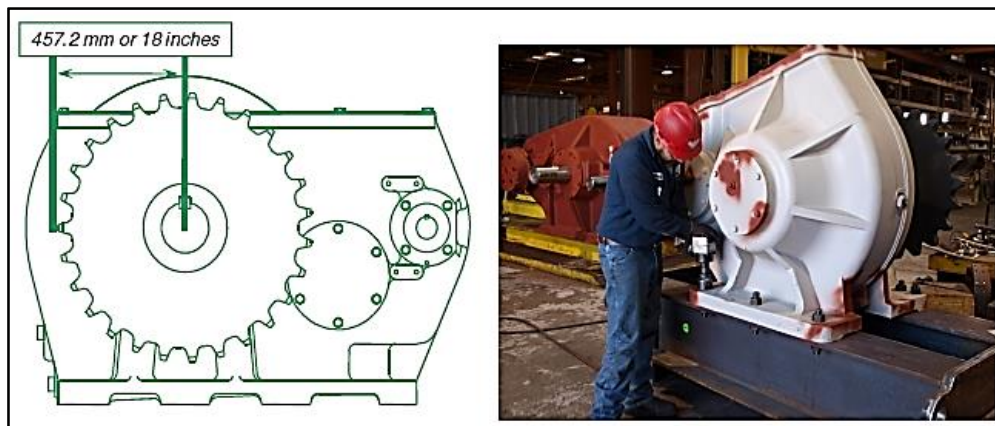
La caja de contrapeso posee tres guías en cada esquina para mantenerla apropiadamente posicionada dentro de la torre. Una guía tiene la función de alinear la caja de lado a lado. Las otras dos (en cada esquina) alinean de atrás hacia adelante.



### ***Caja de Engranaje.***

La función de la caja de engranaje es convertir la elevada velocidad rotacional del motor en una velocidad adecuada de bombeo.

Los reductores de velocidad utilizan un engranaje doble o triple, como se muestra en la Figura 2.13 (con tres ejes), donde el eje de entrada es de alta velocidad, un eje intermedio y el eje de baja velocidad. El eje de alta es impulsado por el motor a través de una correa y el eje de baja impulsa una cadena, a través de una corana de 18 pulgadas de diámetro que acciona el mecanismo de reversa del sistema. Al tener un brazo impulsor corto, se requiere menos esfuerzo y se puede obtener una caja reductora más pequeña y con lo mismo se mejora la eficiencia del sistema.



**Figura 2. 13: Caja de engranajes, reductora de velocidad.**

*Fuente: Weatherford, Reciprocating Rod Lift.*

### ***Sistema de Frenado.***

Las unidades de bombeo mecánico de carrera larga vienen equipadas con dos tipos de frenos, automático y manual. Ambos consisten en frenos de discos con pastillas, montados en el eje de la entrada de la caja reductora. La operación de cada sistema es independiente uno del otro. Las dos pastillas se encuentran montadas en un solo disco y ambas son idénticas.

El freno manual se activa por medio de una palanca, como se muestra en la Figura 2.14, en donde el movimiento es transmitido por un tornillo ó palanca, que al extenderse frena el sistema. El interruptor ubicado al lado derecho de la palanca puede ser accionado de manera manual.



**Figura 2.14: Freno manual.**

*Fuente: Weatherford, Reciprocating Rod Lift.*

En la Figura 2.15 se muestra el freno automático, que actúa por medio de un motor eléctrico que impulsa a un engranaje, para que al contraerse frene y al extenderse libere el freno.

Este es controlado por el Speed ó Sentry o Panel de Control (Figura 2.16), en este se monitorea la velocidad de la unidad, el mismo es programable (con un valor de baja velocidad) para apagar la unidad automáticamente, actuando el freno y quitando la energía eléctrica al motor para velocidades mayores o menores a la configurada.



**Figura 2. 15: Freno automático.**

*Fuente: Weatherford, Reciprocating Rod Lift.*



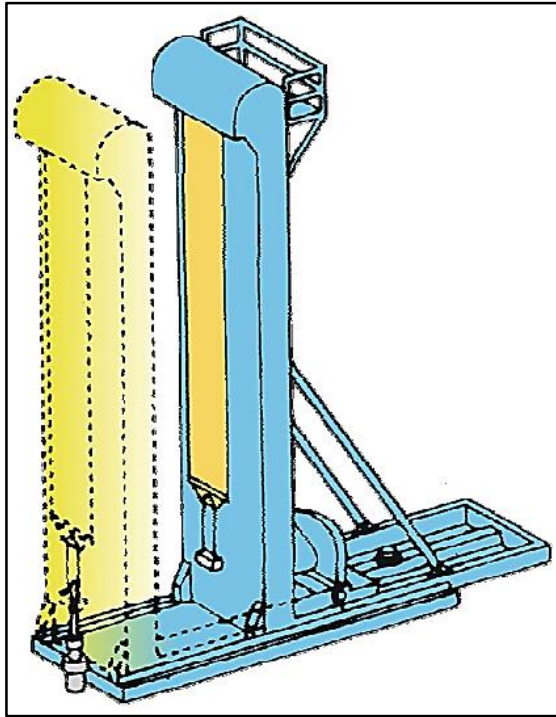
**Figura 2.16: Panel de Control (Speed ó Sentry).**

*Fuente: Weatherford, Reciprocating Rod Lift.*

El panel muestra la velocidad de operación y acciona automáticamente el sistema de freno, una vez que la velocidad supere el rango de operación del equipo.

#### ***Rieles.***

Debido a que la unidad de bombeo de carrera larga puede revertirse, en caso de un Workover, los rieles montados en la base de concreto facilitan el desplazamiento de la unidad hacia adelante y hacia su posición original.



**Figura 2. 17: Movimiento de la unidad de bombeo, cuando requiera ser removida para trabajos en el pozo.**

*Fuente: Weatherford, Reciprocating Rod Lift.*

#### ***2.4.3.3.3 Montaje.***

Dentro de las características de esta unidad de bombeo se puede tomar en cuenta la versatilidad para su traslado e instalación. Para su instalación se debe construir una base de cemento de suficiente tamaño y peso, con la finalidad que soporte a la unidad de bombeo (el concreto debe tener una Resistencia, a la compresión de 4,000 psi a los 28 días). Esta base debe estar apropiadamente alineada y posicionada al lado del pozo.

Con la unidad en el sitio se procede a izar la unidad con la ayuda de una grúa de 60 toneladas. Luego se procede hacer la conexión con la sarta de varillas.



**Figura 2. 18: Izaje de la Unidad de Bombeo de Carrera Larga.**

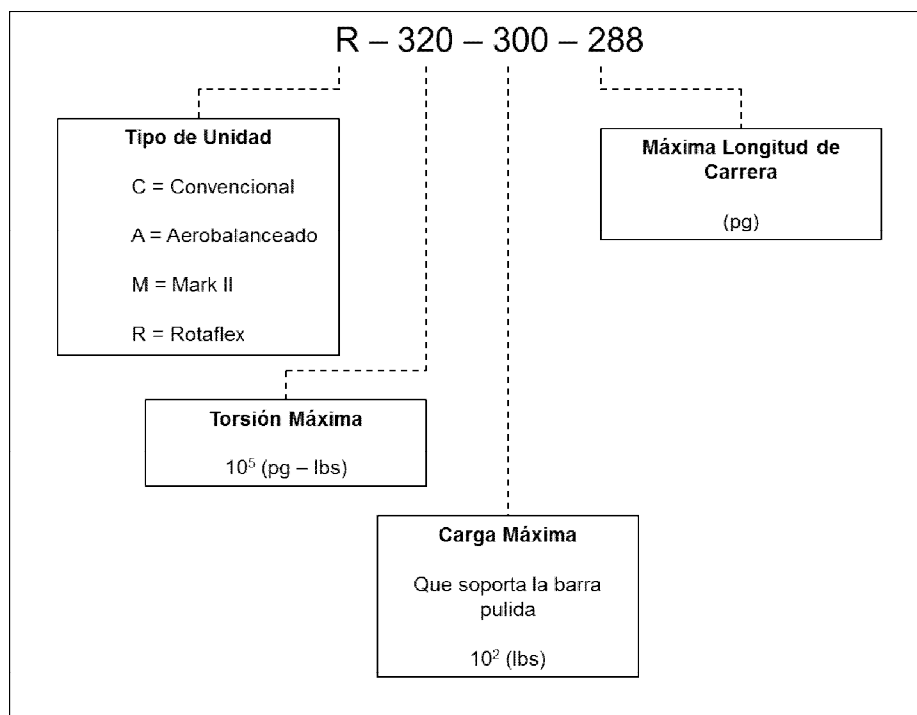
*Fuente: Weatherford, Reciprocating Rod Lift.*

#### *2.4.3.3.4 Comparación con Unidades de Bombeo Convencionales.*

Las unidades de carrera larga (Rotaflex), pueden ser de 288 (7,32 metros) hasta 366 pulgadas (9,30 metros) de longitud, es decir, de 200 a 254% más larga que una unidad convencional si se compara con una cuya carrera sea de 144 pulgadas (3,7 metros).

Existen diferentes tipos de unidades con respecto a la torsión a la máxima de la caja de engranajes y la carga máxima que soporta la barra pulida. Sin embargo, entre los modelos más utilizados se encuentran el 800DX, 900 y 1100.

Tenemos que tomar en cuenta que las unidades de bombeo mecánico se identifican de acuerdo a especificaciones API que se han desarrollado. Un ejemplo se muestra en la Figura 2.19, se muestra como es la identificación de una unidad.



**Figura 2. 19: Designación de una Unidad de Bombeo.**

*Fuente: Weatherford, Reciprocating Rod Lift.*

En la Tabla 2.1 se muestra la designación API de algunos modelos de unidad de bombeo de carrera larga.

Modelo	Designación API
700	R-160-180-288
800DX	R-228-300-288
900	R-320-360-288
1100	R-320-500-306
1151	R-420-500-366
1200	R-456-600-306

**Tabla 2. 1: Distintas unidades de carrera larga.**

*Fuente: Weatherford, Reciprocating Rod Lift.*

El equipo trabaja a muy bajos ciclos por minutos (cuando es necesario). Esto logra un mejor llenado del barril de la bomba (mayor producción) y una reducción de tensión y compresión sobre la sarta de varillas.

Incrementa la producción debido a que la barra pulida opera a velocidades constantes durante la carrera ascendente y descendente, lo que reduce el desgaste entre las partes móviles y los problemas por golpe de fluido. De igual modo reduce la carga estructural sobre el equipo, alargando la vida útil del mismo.

#### **2.4.4 Sistema de Bombeo Electrosumergible.**

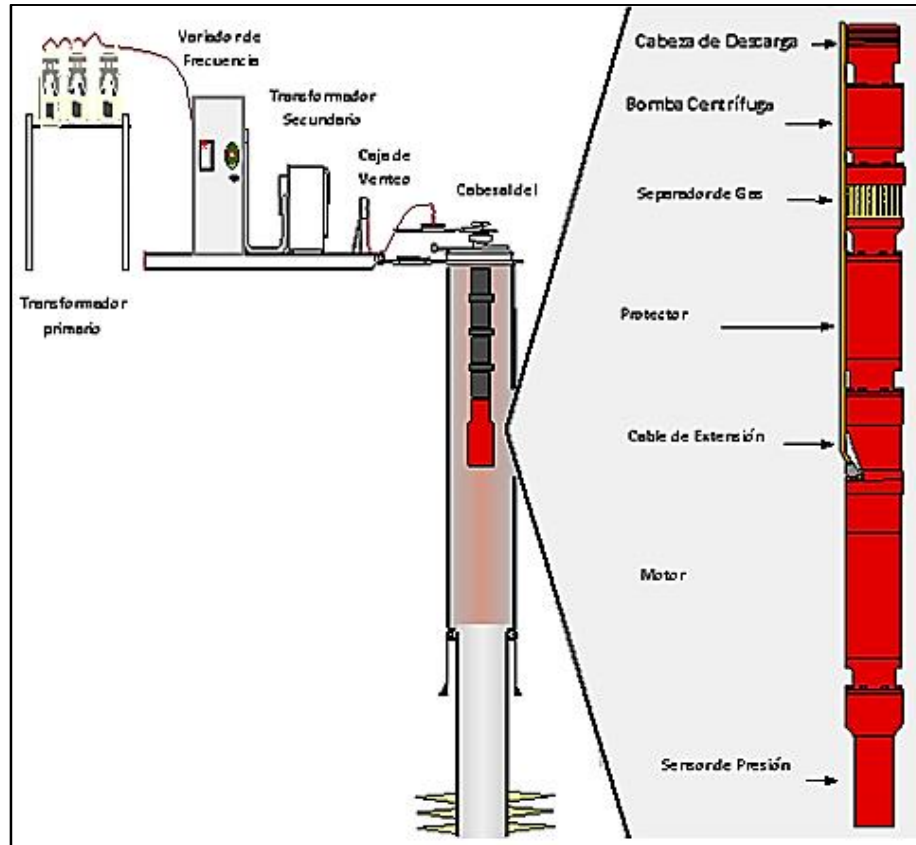
##### *2.4.4.1 Descripción General.*

Es un sistema integrado de levantamiento artificial, considerando como económico y efectivo para levantar altos volúmenes de fluido desde grandes profundidades, aplicable para distintas condiciones de pozo.

Por su diseño es más aplicable en yacimientos con altos porcentajes de agua y baja relación gas ó aceite. Pero en la actualidad estos sistemas han tenido excelentes resultados en la producción de fluidos con una viscosidad elevada, en pozos gasíferos, en pozos con fluidos abrasivos, en pozos de altas temperaturas y de diámetro reducido.

En la Figura 2.20 se puede observar los principales componentes del Bombeo Electrosumergible.





**Figura 2. 20: Componentes del Bombeo Electrosumergible.**

Fuente: Manual BES ESP OIL, 2004.

#### 2.4.4.3 Parámetros de Aplicación.

- Profundidad: 6000 ó 8000 pies.
- Tipo de Completación: Pozos verticales y desviados.
- Volumen de Fluido: Hasta 4000 BPD.
- Viscosidad: 200 cps (límite).
- Presencia de Gas: Saturación de gas libre <10%.
- Presencia de Arena: <200 ppm (preferencia 0).
- Temperatura: < 350°F(para motores y cables especiales).



#### *2.4.4.4 Ventajas del Bombeo Electrosumergible.*

- Se puede levantar volúmenes extremadamente altos (20000 bbl/día) sin dificultad y a bajo costo.
- Alto aporte de energía al fluido.
- Eficiencia (70%)
- El sistema no se ve afectado por la desviación.
- Sistema fácil de controlar.
- No ocupa espacios grandes en superficie, es aplicable en plataformas costa afuera.
- Permite fácilmente la aplicación de tratamientos contra la corrosión e inhibidores de scales.
- Disponibilidad de unidades en diversos tamaños.

#### *2.4.4.5 Limitaciones del Bombeo Electrosumergible.*

- Baja tolerancia a las altas relaciones Gas ó Líquido (sin separador).
- Tolerancia limitada a la arena.
- Se necesita taladro en caso de falla.
- Fallas eléctricas asociadas con el cable.
- El cable eléctrico puede ocasionar problemas con las tuberías
- Diseño, instalación y operación deficientes pueden causar una vida útil corta.
- Tolerancia limitada a altas temperaturas.
- Poco práctico en pozos no tan profundos.
- Se requiere altos voltajes, solo funciona con energía eléctrica.
- Las unidades son costosas, para ser reemplazadas a medida que el yacimiento declina.
- Tiene cierta limitación por profundidad, por costos de cable y capacidad de la bomba.

## **2.4.5 Sistema de Bombeo Hidráulico.**

### *2.4.5.1 Descripción General.*

Una bomba hidráulica es un dispositivo tal, que recibiendo energía mecánica de una fuente exterior, la transforma en una energía de presión transmisible de un lugar a otro de un sistema hidráulico a través de un líquido cuyas moléculas estén sometidas precisamente a esa presión. Los sistemas de bombeo hidráulico proporcionan una flexibilidad extraordinaria en la instalación y capacidad de funcionamiento para cumplir una amplia gama de requerimientos de extracción artificial. La instalación de la potencia superficial puede ponerse en un lugar central para servir a pozos múltiples, o como una unidad conveniente montada sobre patín localizada en el lugar del pozo individual. El requerimiento de equipo mínimo en el cabezal del pozo acomoda de cerca el pedestal de perforación espaciado de cerca, o las terminaciones de plataforma, así como los requerimientos superficiales de perfil bajo.

El bombeo hidráulico se basa en un principio sencillo (Principio de Pascal): «La presión ejercida sobre la superficie de un fluido se transmite con igual intensidad en todas las direcciones». Aplicando este principio es posible inyectar desde la superficie un fluido a alta presión que va a operar el pistón motor de la unidad de subsuelo en el fondo del pozo. El pistón motor está mecánicamente ligado a otro pistón que se encarga de bombear el aceite producido por la formación. Los fluidos de potencia más utilizados son agua y crudos livianos que pueden provenir del mismo pozo.

### *2.4.5.2 Parámetros de Aplicación.*

- Caudales de producción desde 100 hasta 15000 BPD, ajustables en la superficie, del 20 al 100% de capacidad.
- Profundidades operacionales mayores a 15000 pies.
- Uso del agua o crudo producido como fluido de potencia.

### *2.4.5.3 Ventajas del Bombeo Hidráulico.*

- Pueden ser usados en pozos profundos (+/- 18000 pies).

- No requieren taladro para remover el equipo de subsuelo.
- Puede ser utilizado en pozos desviados, direccionales y sitios inaccesibles.
- Varios pozos pueden ser controlados y operados desde una instalación central de control.
- Puede manejar bajas concentraciones de arena.

#### *2.4.5.4 Desventajas del Bombeo Hidráulico.*

- Costo inicial alto.
- Las instalaciones de superficie presentan mayor riesgo, por la presencia de altas presiones.
- Altos costos en la reparación del equipo.
- No es recomendable en pozos de alto RGP.
- Problemas de corrosión.
- El diseño es complejo.

Teóricamente el bombeo hidráulico aparece como la solución a todo tipo de producción artificial de pozos petroleros. Sin embargo, factores prácticos, como contaminantes en el aceite, arena, agua y sólidos en suspensión, deposición de parafinas en las tuberías y en general el excesivo costo de tratamiento particularmente cuando la producción posee alto corte de agua hacen que su atractivo sea menor.

### **2.4.6 Seguridad Industrial y Control Ambiental.**

#### *2.4.6.1 Normas de Seguridad Industrial.*

La seguridad industrial se puede traducir en una obligación que la ley impone a patrones y a trabajadores y que también se debe organizar dentro de determinadas reglas y hacer funcionar dentro de determinados procedimientos. El patrón estará obligado a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negociación, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento, y a adoptar las medidas adecuada para prevenir accidente en el uso de las máquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como a organizar de tal manera éste, que resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores.

### ***Normas de Seguridad Industrial Básicas.***

La seguridad industrial debe tener algunas condiciones que permitan trabajar en plantas industriales, a continuación citamos algunas de estas, que son las mínimas que debe existir:

#### ***1. Condiciones de seguridad para la prevención y protección contra incendios.***

Esta norma establece las condiciones de seguridad para la prevención contra incendios. Se aplica en aquellos lugares donde se utilizan materiales inflamables en operaciones y actividades que impliquen riesgos de incendio, esto es muy común en el sector hidrocarburífero.

#### ***2. Protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.***

El objetivo de esta norma es establecer los requerimientos de la selección y uso del equipo de protección personal para proteger al trabajador de los agentes del medio ambiente de trabajo que puedan alterar su salud y vida. Se aplica en todos los centros de trabajo como medida de control personal en aquellas actividades laborales que por su naturaleza, los trabajadores estén expuestos a riesgos específicos.

#### ***3. Señales y avisos de seguridad e higiene.***

Establece el código para elaborar señales y avisos de seguridad e higiene; así como las características y especificaciones que éstas deben cumplir. Las señales y avisos de seguridad e higiene que deben emplearse en los centros de trabajo, de acuerdo con los casos que establece el Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, y no es aplicables a señales o avisos con iluminación propia. Por lo tanto se aplica en todos los centros de trabajo.

#### ***4. Medicamentos, materiales de curación y personal que presta los primeros auxilios.***

Establece las condiciones para brindar los primeros auxilios oportunos y eficazmente. Se aplica en todos los centros de trabajo, para organizar y prestar los primeros auxilios.

5. Equipo de seguridad personal para la instalación de un sistema de bombeo mecánico con unidad Rotaflex.

Debido al tamaño que tiene la unidad de bombeo mecánico Rotaflex y sus componentes, la seguridad debe ser enfatizada durante la instalación, en el arranque y en cualquier otra actividad asociada a la operación de la unidad.

Todo el personal involucrado en la instalación la Unidad Rotaflex deberá contar con el siguiente equipo de protección personal como mínimo durante la realización de los trabajos asignados: Casco, Botas con puntera de acero, overol con manga larga, gafas de seguridad, guantes, arnés de seguridad para trabajos en altura. De requerirse implementos de protección personal adicionales éstos deben ser usados sin excepción alguna.

6. Reunión pre-operacional.

Antes de iniciar el trabajo de Instalación de la Unidad de Bombeo Mecánico Rotaflex se realizará una reunión de seguridad para discutir el trabajo a realizar con su secuencia de operaciones conjuntamente con el personal de la empresa operadora.

Se evaluará los tiempos de trabajo a emplearse por cada actividad o tarea y los riesgos asociados a cada una de ellas para determinar las acciones preventivas que se deberán tomar para minimizar los mismos.

7. Análisis de trabajo seguro.

Se tomará en cuenta todos los aspectos de riesgo potencial y las acciones a implementarse para evitar y minimizar el impacto de estos riesgos.

2.4.6.2 *Control Ambiental.*

Es la inspección, vigilancia y aplicación de las medidas legales y técnicas que se aplican y son necesarias para disminuir o evitar, cualquier tipo de afección al medio ambiente en general, y a un ecosistema en particular, producto de las actividades humanas, o por desastres naturales; lo mismo que para disminuir los riesgos para a la salud humana. Se

incluyen inventarios, muestreo, censo, etc. El caso más conocido de control ambiental es el relacionado con la emisión de contaminantes, provenientes de procesos creados por el hombre al medio ambiente, ya sea al aire, agua o suelo, y aquellos diseñados para disminuir los riesgos sobre la salud humana.

#### *2.4.6.3 Plan de Contingencia para Impactos Ambientales.*

El Plan de Contingencia para Impactos Ambientales es el conjunto de normas y procedimientos que, basado en el análisis de riesgos, permite a la organización encargada de ejecutar un proyecto y/o operar instalaciones industriales, actuar durante y después de un evento de contaminación o emergencia, de manera rápida y efectiva.

El objetivo general de este plan es el de establecer las acciones que se deben realizar ante la ocurrencia de eventos de carácter técnico, accidental o humano, con el fin de proteger los componentes ambientales.

Planificar y describir la capacidad para respuesta rápida requerida para control de emergencias, así como las actividades necesarias para responder eficazmente.

Establecer un procedimiento formal y escrito que indique las acciones a seguir para afrontar con éxito un accidente, incidente o emergencia, de tal manera que cause el menor impacto a la salud y al ambiente.

Optimizar el uso de los recursos humanos y materiales comprometidos en el control de derrames, fugas y emergencias.

#### *2.4.6.4 Certificados de Calidad.*

##### ***Calidad.***

La calidad es un criterio que pueden elegir los negocios y los clientes por igual. Sin embargo, la calidad puede ser algo muy subjetivo. Es donde se aplica ISO 9001. El término se refiere a una serie de normas universales que define un sistema de "Garantía de Calidad" desarrollado por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y adoptado por 90 países en todo el mundo. ISO está compuesta por representantes de normas nacionales de más de 100 países. Su objetivo es promover el intercambio de

productos y servicios en todo el mundo y fomentar la cooperación mundial en las áreas intelectual, científica, tecnológica y económica.

Las empresas que obtienen la certificación ISO 9001 generalmente se benefician con menos reclamos de clientes, menos costos operativos y una mayor demanda por sus productos o servicios.

### ***Protección Ambiental.***

La protección del medio ambiente se refiere a cualquier actividad para mantener o restaurar la calidad del medio ambiente a través de la prevención de la emisión de contaminantes o reduciendo la presencia de sustancias contaminantes en el medio ambiente. Los estándares de protección ambiental (ISO) contribuyen con esto.

La norma ISO 14000 es un conjunto de documentos de gestión ambiental que, una vez implantados, afectará todos los aspectos de la gestión de una organización en sus responsabilidades ambientales y ayudará a las organizaciones a tratar sistemáticamente asuntos ambientales, con el fin de mejorar el comportamiento ambiental y las oportunidades de beneficio económico. Por el contrario, ISO 14001 se centra en la organización proveyendo un conjunto de estándares basados en procedimiento y unas pautas desde las que una empresa puede construir y mantener un sistema de gestión ambiental.

En este sentido, cualquier actividad empresarial que desee ser sostenible en todas sus esferas de acción, tiene que ser consciente que debe asumir de cara al futuro una actitud preventiva, que le permita reconocer la necesidad de integrar la variable ambiental en sus mecanismos de decisión empresarial.

### ***Seguridad y Salud en el Trabajo.***

La Seguridad Ocupacional, la higiene y las técnicas para su ejecución, son muy importantes y giran en torno al hecho mismo del trabajo, procurando la protección del ser humano y controlando los riesgos que afectan el trabajo, obteniendo condiciones de máxima seguridad y logrando una consideración más humana dentro de la producción.

Las Normas OHSAS (Occupational Health and Safety Assessment Series), es un conjunto de normas emitidas por la entidad británica denominada British Standards Institution (BSI). Tienen el propósito de servir de guía para la gestión de la salud y seguridad de una organización. Además pretenden ser guías únicas y universales, de hecho cuentan con gran aceptación.

Aunque las series OHSAS no forman parte de las normas ISO, utilizan los mismos fundamentos, y de hecho el estándar OHSAS 18001:2007, sigue la estructura de ISO 14001:2004 sobre gestión ambiental. Esto significa que junto con las normas ISO 9001:2008, las organizaciones cuentan ahora con guías de gestión que se complementan e integran fácilmente.

A continuación se presenta las normas vigentes de calidad en la compañía que es proveedora de los sistemas de bombeo mecánico con Rotaflex, Weatherford:

#### ***NORMA ISO 9001: 2008.***

La ISO 9001 es una norma internacional que se aplica a los Sistemas de Gestión de Calidad (SGC) y que se centra en todos los elementos de administración de calidad con los que una empresa debe contar para tener un sistema efectivo que le permita administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios. Los clientes se inclinan por los proveedores que cuentan con esta acreditación porque de este modo se aseguran de que la empresa seleccionada disponga de un buen Sistema de Gestión de Calidad (SGC).

Esta norma internacional especifica los requisitos de un sistema de gestión de calidad, cuando una organización:

- ✓ Necesita demostrar su capacidad para proporcionar regularmente productos que satisfagan los requisitos del cliente, legales y reglamentos aplicables.
- ✓ Aspira a aumentar la satisfacción del cliente a través de la aplicación eficaz del sistema, incluidos los procesos para la mejora continua del sistema y el aseguramiento de la conformidad de los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables.



Todos los requisitos de esta norma internacional son genéricos y se pretende que sean aplicables a todas las organizaciones sin importar su tipo, tamaño y producto suministrado.

#### ***NORMA ISO 14001: 2004.***

Esta norma internacional no establece requisitos absolutos para el desempeño ambiental más allá de los compromisos incluidos en la política ambiental, de cumplir con los requisitos que la organización suscriba, la prevención de la contaminación y la mejora continua.

Esta norma internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental, destinados a permitir que una organización desarrolle e implemente una política y unos objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba, y la información relativa de los aspectos ambientales significativos. Se aplica a aquellos aspectos ambientales que la organización identifica que puede controlar y aquellos sobre los que la organización puede tener influencia. No establece por sí mismo criterios de desempeño ambiental específicos.

#### ***NORMA OHSAS 18001: 2007.***

OHSAS Project Group creó el estándar OHSAS 18001:2007, lo hacen bajo las directrices dadas en las normas ISO. No se obtuvo al menos la aprobación del 75% de los miembros del Project Group para elevarla a la categoría de "Norma Internacional", por tanto es usado como "estándar" o como "norma nacional".

OHSAS 18001:2007 ha sido desarrollada en respuesta a la demanda de los clientes de un estándar de sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo que sea reconocible y frente al cual la Organización pueda evaluar y certificar su sistema de gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (S&ST).

El foco de atención de OHSAS es apoyar y promover las buenas prácticas en S&ST en equilibrio con las necesidades socioeconómicas.

OHSAS 18001:2007 ha sido desarrollado para ser compatible con las normas internacionales sobre sistemas de gestión de la calidad (ISO 9001:2008) y con sistemas de

gestión ambiental (ISO 14001:2004), de este modo se facilita su integración. Más de 80 países han adoptado OHSAS como norma nacional.

OHSAS 18001:2007 se basa en la metodología Planificar - Hacer - Verificar - Actuar (PHVA).

*Planificar:* establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados alineados a la política de S&ST de la Organización.

*Hacer:* implementar los procesos.

*Verificar:* hacer el seguimiento y la medición de los procesos respecto a la política de S&ST. Los objetivos, las metas y los requisitos legales, e informar resultados.

*Actuar:* emprender acciones para mejorar continuamente el desempeño del sistema de gestión de la S&ST.

## **2.5 Hipótesis.**

Evaluar técnicamente el sistema de bombeo mecánico con Rotaflex, permitirá conocer el estado real de este sistema en el Distrito Amazónico, esto ayudará a recomendar su instalación en otros pozos.

## **CAPITULO III**

### **3. DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Tipo de Estudio.**

El siguiente estudio es de carácter descriptivo, retrospectivo ya que se van a evaluar datos desde el año desde 2012, transversal porque se va a desarrollar en los meses desde marzo de 2013 hasta octubre de 2013, y además es prospectivo porque los resultados obtenidos van a servir para hacer un estudio más detenido de la implementación de estas unidades de bombeo (Rotaflex) en el Distrito Amazónico.

#### **3.2 Universo y Muestra.**

En los Campos Emi, Azu, Dan y Jav. Los pozos que van a ser motivo de éste estudio serán aquellos en los que se ha instalado el sistema de bombeo mecánico con Rotaflex, también se realizara la revisión de la propuesta técnica en pozos que se podría realizar la instalación de este sistema.

#### **3.3 Métodos y técnicas de recolección de datos.**

Se investigará los datos en el campo, que consiste en los historiales de producción de los pozos con bombeo mecánico con Rotaflex, estos datos son válidos y confiables ya que serán tomados de reporte presentados en la Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (SHE).

Se sistematizará de las propuestas que se presentaron para el cambio de sistema de levantamiento a bombeo mecánico con Rotaflex, el estado actual de los pozos donde ya se encuentre implementado este sistema.

Para la recolección de datos en la presente investigación se utilizará una matriz con todos los indicadores pertinentes de la Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (SHE) y visitas de campo necesarias para verificar la información y posteriormente la tabulación de los mismos se realizará a través del programa Microsoft Excel y demás programas de la Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador.

También se utilizará información de libros, folletos, revistas y páginas virtuales que indiquen las características de esta tecnología.

### **3.4 Procesamiento y análisis de datos.**

Los datos serán ingresados en hojas de cálculo de Microsoft Excel, que permitirán generar gráficos que reflejarán el funcionamiento de los equipos en el tiempo, la recuperación de la inversión, y los problemas existentes en los pozos que tienen este sistema, el análisis de toda esta información permitirá hacer una evaluación real del funcionamiento del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex.

## CAPÍTULO IV

### 4. ANÁLISIS TÉCNICO E INTERPRETACIÓN DE DATOS.

#### 4.1 Selección de los pozos.

Los pozos seleccionados para la instalación del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex de los campos Emi, Azu, Dan y Secoya Jav, tenemos un total de seis pozos; el diseño, los equipos de superficie y subsuelo son entregados por la empresa Weatherford, solo en el caso del Pozo DAN-09 el diseño lo realizó el consorcio que hace la Optimización de la Producción y Recuperación de Reservas.

En este capítulo se realizará una revisión de los Historiales de Producción, de Workover, de las Propuestas Técnicas y los Diagramas de Completación Actual de los pozos.

De estas seis propuestas solo han entrado en ejecución cinco, en la Tabla 4.1 tenemos un resumen.

Campo	Pozo	Instalación	Estado Actual	Observaciones
EMI	EMI-03	SI	FUNCIONANDO	Desde su instalación funciona 100 días, la bomba de fondo sale completamente destruida, el 18 de abril del 2013, vuelve a trabajar con bombeo mecánico con Rotaflex.
EMI	EMI-14D	NO	NO	En este pozo hay bajo aporte, por esta razón se cierra el pozo.
EMI	EMI-41D	SI	FUNCIONANDO	Empieza a funcionar el 13 de enero del 2013.
AZU	AZU-15	SI	NO FUNCIONA	Funciona desde el 20 de diciembre del 2012, presenta problemas de atascamiento de la bomba, este pozo espera Workover desde el 8 de marzo del 2013.
DAN	DAN-09	SI	FUNCIONANDO	Funcionando desde el 4 de octubre del 2012.

<b>JAV</b>	JAV-02	SI	NO FUNCIONA	Arranca con Rotaflex desde el 24 de junio del 2012, el 8 de enero de 2013 la bomba de subsuelo se atasca, pozo en evaluación con MTU + Bomba JET.
------------	--------	----	-------------	---

**Tabla 4. 1: Tabla resumen de los pozos donde se encuentra instalado el sistema de bombeo mecánico con Rotaflex.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

*Realizado por: Darwin P. Molina M.*

## **4.2 Historiales de Producción.**

Los historiales de producción de algunos pozos son muy extensos, por esta razón se los revisará a partir del año 2010, éstos se presentan a continuación.

### **4.2.1 Pozo EMI603.**

En la Tabla 4.2 se muestra el Historial de Producción y de Workover realizados en este pozo, cabe destacar que a la información que se presenta está a partir del año 2010.

FECHA	BFPD	BPPD	BSW%	ARENA	MET.	OBSERVACIONES
05-Ene-10	600	257	57,2	H	PPH	
23-Ene-10	529	217	59	H	PPH	
15-Feb-10	490	205	58,1	H	PPH	
28-Mar-10	575	219	62	H	PPH	
20-Mar-10	Cambian Bomba mismo tipo Jet 9A, por sobreinyección, (bomba sale nozzle roto, escoria de soldadura y cauchos rotos)					
28-Mar-10	575	219	62	H	PPH	
20-Abr-10	507	188	63	H	PPH	
26-Abr-10	424	113	73,4	H	PPH	
02-May-10	365	98	73,1	H	PPH	
20-May-10	362	59	83,8	H	PPH	
02-Jun-10	329	16	95	H	PPH	
03-Jul-10	354	51	85,7	H	PPH	
29-Jul-10	364	34	90,6	H	PPH	
30-Jul-10	392	10	97,4	H	PPH	
03-Ago-10	C/Bomba, para cambio de zona de "H" @ "U". Bomba sale taponada con cauchos, nozzle y garganta cavitada. Bajan Jet 9A					
04-Ago-10	Pozo no aporta luego de cambio de zona de "H" @ "U"					
06-Ago-10	Sacan bomba y St-vavle, cambian de zona de "U" @ "T".					
07-Ago-10	391	110	71,8	T	PPH	Sal= 12550 ppmcl-
11-Ago-10	294	25	91,5	T	PPH	
16-Ago-10	247	35	86	T	PPH	
17-Ago-10	Sacan bomba y St-vavle, cambian de zona de "T" @ "U". Pozo no aporta					
18-Ago-10	Realizan prueba de inyectividad a "U", detectan packer desasentado, Espera W:O:					
07-Sep-10	Sacan bomba Jet. Pozo queda listo para W.O.					
26-Ene-12	<b>Inicia W.O. # 18 (Registrar Saturación, SQZ, repunzonar, evaluar y completar)</b>					
05-Mar-12	<b>Suspenden W.O. # 18. pozo queda con tubería punta libre</b>					
26-Ene-12	<b>Reinicia W.O. # 18</b>					
05-Mar-12	<b>Finaliza W.O. # 18 a las 06h00. Baja bomba Jet 9-I de cia. Sertecpet. Desde las 06h00 cerrado para B'up por 24 hrs.</b>					
14-Abr-12	Recuperan elementos Pwf=2053 psi, Pws=3395 psi. instalan tk en locación, circulan a 9418'. desplazan bomba 10i (sertecpet) evalúan arena Hollín a tanque en locación con MTU (cia Solipet) .BFPD=600; BSW=100%; TREC=126; THE=5					
16-Abr-12	Produce con bomba jet-10i(Sertecpet)+mtu (solipet) a tk en locación. incrementa bsw de 72% @ 88% (bsw eval. en wo=71%), tbr=1646, the=157					
17-Abr-12	Swab recupera jet-10i (bomba taponada con sellos). desplazan bomba + prueban. baja inyección. swab intenta recuperar bomba sin éxito					
18-Abr-12	Reversan bomba (succión taponada con sellos). circulan para limpieza. prueban completación con 800 psi. cae 400 psi en 1 min					
19-Abr-12	Cambian Std Valve. prueban completación. se detecta packer desasentado. Espera W.O.					
14-Jun-12	<b>Rig CCDC-41 inicia operaciones de W.O # 19, el 14 de Junio de 2012, "Cambio de completación por packer desasentado para evaluar sin torre arenas "H", "T" y "U" por separado"</b>					
19-Jun-12	<b>Rig CCDC-41 Finalizan operaciones el 19 de Junio de 2012</b>					
20-Jun-12	696	90	87	H	PPH	
23-Jun-12	504	161	68	H	PPH	Produce con camión bomba a TK en locación
06-Jul-12	456	187	59	H	PPH	
14-Jul-12	432	121	72	H	PPH	Produce con camión bomba a TK en locación
19-Jul-12	432	186	57	H	PPH	
20-Jul-12	Cambian bomba, sale Jet D-7 (Trace Oil) entra Jet 9-A (EPP) y continúan evaluando con camión bomba MKP					
22-Jul-12	720	115	84	H	PPH	Produce con camión bomba a TK en locación
27-Jul-12	672	87,4	87	H	PPH	
31-Jul-12	672	383	43	H	PPH	Produce con camión bomba a TK en locación
05-Ago-12	672	336	50	H	PPH	
10-Ago-12	672	195	71	H	PPH	Produce con camión bomba a TK en locación
16-Ago-12	648	117	82	H	PPH	
26-Ago-12	648	356	45	H	PPH	Produce con camión bomba a TK en locación
04-Sep-12	648	266	59	H	PPH	
07-Sep-12	648	194	70	H	PPH	Produce con camión bomba a TK en locación
09-Sep-12	648	233	64	H	PPH	
10-Sep-12	Suspenden evaluación					
15-Sep-12	Unidad Sky Top bajan varillas + bomba mecánica (RHDC34522) A 8420' (ROTAFLEX)					
16-Sep-12	Entra en funcionamiento ROTAFLEX con bomba mecánica RHDC 24522 @ 1,8 GPM					
16-Sep-12	228	73	68	H	PPM	Monitoreando BSW. 1.8 GPM

17-Sep-12	504	101	80	H	PPM	En observación (BSW variable durante evaluación)
22-Sep-12	480	115	76	H	PPM	
29-Sep-12	520	104	80	H	PPM	OK, luego de reparar ROTAFLEX
05-Oct-12	406	81,2	80	H	PPM	
09-Oct-12	445	89	80	H	PPM	
16-Oct-12	493	98,6	80	H	PPM	
23-Oct-12	516	103	80	H	PPM	Opera con 3.5 SPM
01-Nov-12	516	103	80	H	PPM	
06-Nov-12	500	100	80	H	PPM	Prueba normal luego de mantenimiento a Rotaflex
21-Nov-12	496	99,2	80	H	PPM	
24-Nov-12	502	100	80	H	PPM	
02-Dic-12	508	102	80	H	PPM	
08-Dic-12	514	103	80	H	PPM	
16-Dic-12	662	132	80	H	PPM	
19-Dic-12	500	80	84	H	PPM	Incrementa BSW de 80 a 84%
24-Dic-12	Pozo Off. Retiran 2000 Lbs de peso en Rotaflex. Toman carta dinamométrica (posible rotura de varillas o bomba desasentada)					
27-Dic-12	Sky Top saca varillas (desgaste en Couplings) + bomba (sale pool tube roto)					
29-Dic-12	Intentan pescar parte de bomba, sin éxito. Pozo espera Workover					
11-Mar-13	<b>Rig TBG-07, Inicia W.O. # 20 a las 16h00 (Cambio de completación de bombeo mecánico por bomba atascada)</b>					
19-Mar-13	<b>Rig TBG-07, Finaliza W.O. # 20 a las 16h00 (Pozo en evaluación con MTU de Sertecpet y JET 10J)</b>					
19-Mar-13	760	76	90	H	PPH	Evaluación con MTU de Sertecpet y JET 10J
20-Mar-13	629	63	90	H	PPH	Evaluación con MTU de Sertecpet y JET 10J
21-Mar-13	615	105	83	H	PPH	Evaluación con MTU de Sertecpet y JET 10J
22-Mar-13	672	161	76	H	PPH	Evaluación con MTU de Sertecpet y JET 10J
23-Mar-13	672	161	76	H	PPH	Salinidad=3300 ppmCl-
24-Mar-13	672	161	76	H	PPH	Evaluación con MTU de Sertecpet y JET 10J
25-Mar-13	672	161	76	H	PPH	Evaluación con MTU de Sertecpet y JET 10J
26-Mar-13	528	153	71	H	PPH	Evaluación con MTU de Sertecpet y JET 10J
27-Mar-13	528	153	71	H	PPH	Evaluación con MTU de Sertecpet y JET 10J
28-Mar-13	528	153	71	H	PPH	Evaluación con MTU de Sertecpet y JET 10J
29-Mar-13	528	153	71	H	PPH	Evaluación con MTU de Sertecpet y JET 10J
09-Abr-13	528	153	71	H	PPH	Evaluación con MTU de Sertecpet y JET 10J
10-Abr-13	480	120	75	H	PPH	Evaluación con MTU de Sertecpet y JET 10J
11-Abr-13	496	119	76	H	PPH	Evaluación con MTU de Sertecpet y JET 10J
12-Abr-13	480	120	75	H	PPH	Evaluación con MTU de Sertecpet y JET 10J
13-Abr-13	480	149	69	H	PPH	Evaluación con MTU de Sertecpet y JET 10J
14-Abr-13	Off, a las 09h00, para bajar completación de bombeo mecánico, S/L baja con línea de 3/16" a 9902´, sin éxito, no se logra pasar a 9288´; se pesca bomba con unidad de SWAB. Se baja calibrador de 1 1/2" para verificar obstrucción, no pasa a 9288´, nivel de fluido 3000´.					
15-Abr-13	S/L Cierra camisa a 9254´ para limpieza con CTU de la Cía. Baker.					
16-Abr-13	Cía. Baker realiza limpieza con CTU al tubing.					
17-Abr-13	Bajan bomba mecánica más varillas, bomba doble etapa de 2,25" x 36´.					
18-Abr-13	Pozo inicia producción con Rotaflex desde las 21h00.					
23-Abr-13	524	79	85	H	PPM	Opera con 3.0 SPM
24-Abr-13	481	58	88	H	PPM	
26-Abr-13	431	52	88	H	PPM	
30-Abr-13	457	55	88	H	PPM	
03-May-13	453	54	88	H	PPM	
10-May-13	06H00, Por sobre velocidad del Rotaflex, se para, espera chequeo.					
11-May-13	426	51	88	H	PPM	Opera con 3.0 SPM

**Tabla 4. 2: Historial de Producción del Pozo EMI603.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

*Realizado por: Darwin P. Molina M.*

El pozo EMI-03, es completado el 29-Oct-1986, se empieza produciendo la arena ðUö en los siguientes intervalos: 9578' - 9586' (8'), 9589' - 9600' (11'), 9845' - 9850' (5') y la arena ðTö en los siguientes intervalos: 9812ø - 9828ø (16ø), 9830ø - 9839ø (9ø), 9845ø - 9850ø (5ø). Actualmente el pozo se encuentra produciendo con Bombeo Mecánico con Rotaflex la arena HOLLIN en el siguiente intervalo 9965'-9978' (13ø).

#### *4.2.2 Pozo EMI014D.*

En la Tabla 4.3 se muestra el Historial de Producción y de Workover realizados, este pozo inicia su perforación el 05óMarzoó2012, es completado el 11óJunioó2012.



FECHA	BFPD	BPPD	BSW%	ARENA	MET.	OBSERVACIONES
28-Abr-12	264	140	47	"Ts + Ti"	PPH	Suspenden C&Pi (28-abr-2012). Evaluando con unidad de bombeo (San Antonio) a tk bota en locación. BSW durante evaluación = 85%, Bsw actual = 47%. Pozo limpiándose.
29-Abr-12	264	140	47	"Ts + Ti"	PPH	
30-Abr-12	240	214	11	"Ts + Ti"	PPH	
01-May-12	240	178	26	"Ts + Ti"	PPH	
02-May-12	240	197	18	"Ts + Ti"	PPH	Cambian de bomba jet. (nozzle y garganta taponadas)
04-May-12	216	199	8	"Ts + Ti"	PPH	
05-May-12	216	199	8	"Ts + Ti"	PPH	
06-May-12	192	167	13	"Ts + Ti"	PPH	
07-May-12	192	167	13	"Ts + Ti"	PPH	
08-May-12	192	167	13	"Ts + Ti"	PPH	
09-May-12	192	167	13	"Ts + Ti"	PPH	
10-May-12	192	167	13	"Ts + Ti"	PPH	
11-May-12	192	167	13	"Ts + Ti"	PPH	
12-May-12	192	167	13	"Ts + Ti"	PPH	
13-May-12	192	167	13	"Ts + Ti"	PPH	
14-May-12	192	167	13	"Ts + Ti"	PPH	
15-May-12	192	167	13	"Ts + Ti"	PPH	
19-May-12	192	167	13	"Ts + Ti"	PPH	Cia. Weatherford construyendo facilidades para Rotaflex.
20-May-12	192	167	13	"Ts + Ti"	PPH	
21-May-12	192	167	13	"Ts + Ti"	PPH	
22-May-12	192	161	16	"Ts + Ti"	PPH	
23-May-12	192	161	16	"Ts + Ti"	PPH	
24-May-12	96	83	14	"Ts + Ti"	PPH	
25-May-12	216	186	14	"Ts + Ti"	PPH	Declina producción. Cambian de bomba jet. (garganta cavitada).
26-May-12	192	169	12	"Ts + Ti"	PPH	
27-May-12	120	106	12	"Ts + Ti"	PPH	
28-May-12	120	106	12	"Ts + Ti"	PPH	
29-May-12	96	84	12	"Ts + Ti"	PPH	
30-May-12	48	42	12	"Ts + Ti"	PPH	Declina producción.
30-May-12	Limpian filtros en la unidad de bombeo (presencia de escala) + intentan reversar bomba, sin éxito.					
31-May-12	Suspenden evaluación a las 09h00.					
01-Jun-12	Pescan bomba jet, sellos salen rotos, pozo no aporta.					
05-Jun-12	Reinicia operaciones de completación y pruebas iniciales.					
12-Jun-12	Finaliza completación y pruebas iniciales. (Pozo con completación híbrida).					
13-Jun-12	384	0	100	"Ts + Ti"	PPH	Evaluación con camión bomba MKP y Jet D6
14-Jun-12	384	0	100	"Ts + Ti"	PPH	
15-Jun-12	384	0	100	"Ts + Ti"	PPH	
16-Jun-12	Pozo cerrado por alto corte de agua. E.W.O					
19-Jun-12	Se intenta pescar bomba con unidad de SWAB sin éxito. No se logra enganchar bomba.					
22-Jun-12	Unidad de Slick Line baja bloque impresor de 2-7/8". No pasa @ 9855'. (bloque impresor no presenta marca). Espera W.O.					
15-Nov-12	<b>Termina W.O.# 1, arena Ts.</b>					
06-Dic-12	Inicia evaluación con MTU y Jet 10J.					
10-Dic-12	240	122	49	Ts	PPH	

13-Dic-12	168	10	94	Ts	PPH	
16-Dic-12	187	82	56	Ts	PPH	
17-Dic-12	144	68	53	Ts	PPH	
18-Dic-12	156	73	53	Ts	PPH	
21-Dic-12	144	75	48	Ts	PPH	Se suspende evaluación por bajo aporte.
05-Ene-13	Se suspende evaluación por bajo aporte.					
11-Mar-13	Cierran camisa de circulación 2 3/8" @ 9811' recuperan 2 3/8" Std.Valve del NO-GO @ 10087' (no-go vacío). Asientan Std Valve 2.75" en NO-GO a 9554' ok. con Shifting Tool de 3½" abren camisa de circulación a 9520' ok nivel a 200'. Listo para bajar bomba.					
12-Mar-13	72	30	58	Ts	PPH	
13-Mar-13	72	60	16	Ts	PPH	
14-Mar-13	Cambio de bomba Jet 9i por Jet 10j (sale garganta cavitada).					
15-Mar-13	Pozo no aporta realizan chequeo de completación ok. Prueban admisión con 3000 psi cae 500 psi/min. Pozo queda sin bomba y sin Std Valve . Espera limpieza ácida a la cara de la formación.					
21-Mar-13	Realizan limpieza con CTU a la cara de la formación con una rata de 0.2 BPM incrementa presión a 3800 psi en un min. Arena "T" con baja admisión; el tratamiento propuesto no fue exitoso formación no acepta. Bombean tratamiento ácido se intenta desplazar a la formación sin éxito (formación no admite) se recupera ácido con el CTU a través de recirculación. Desplazan bomba, evalúan pozo, no aporta, con W/L intentan recuperar bomba sin éxito (no se topa).					
22-Mar-13	120	0	100	Ts	PPH	Evaluando con MTU de Sertecpet y Bomba Jet 9H.
23-Mar-13	168	64	62	Ts	PPH	
01-Abr-13	Bomba Jet atascada en la camisa de circulación con suciedad no se pudo pescar con W/L. Bombean 200 bls. de agua de formación con Cía. "Bj" por el espacio anular para recuperar bomba Jet con éxito. Bomba jet sale con garganta cavitada y cuerpo de descarga corroído.					
03-Abr-13	W/L con Running Tool de 3½" asientan Std Valve en No-Go 2.75" @ 9575' ok. Con Shifting Tool 3½" se abre camisa de circulación 2.81" a 9541' ok. Varía nivel de TBG. Inicia evaluación con camión bomba de Cia Tripoint bomba Jet D6.					
05-Abr-13	72	0	100	Ts	PPH	Evaluación con MTU Cía. Tripoint.
08-Abr-13	W/L Cía. Petrotech recupera Std Valve 3½" del No-Go a 9554' ok. Chequean camisa de circulación de 3½" @ 9520' camisa se encuentra abierta ok. Pozo queda cerrado. Nota: Completación de fondo solo dispone de camisa para arena "Ts" y no para arena "U".					
29-Abr-13	W/L baja calibrador hasta camisa (9831'). ok. Bajan memorias, realiza gradiente estático a 9500'-9000'-8000'-7000' y 6000'.					
Pozo cerrado por bajo aporte.						

**Tabla 4. 3: Historial de Producción del Pozo EMI614D.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

*Realizado por: Darwin P. Molina M.*

Este pozo se encuentra cerrado por bajo aporte, con Bombeo Hidráulico el pozo no da resultado, existen muchos problemas por el alto BSW que presenta, al final el pozo tiene una completación híbrida, más adelante veremos los diagramas actuales de cada pozo. El pozo EMI-14D era un candidato para implementar el Bombeo Mecánico con Rotaflex, por su bajo aporte actualmente está cerrado, existe la propuesta técnica pero no se concretó su instalación.

#### *4.2.3 Pozo EMI-14D.*

En la Tabla 4.4 se muestra el Historial de Producción y de Workover realizados, este pozo es completado el 13 de Enero de 2010.

FECHA	BFPD	BPPD	BSW%	ARENA	MET.	OBSERVACIONES
14-Mar-11	358	286	20,1	BT	PPS	Prueban pozo, OK
17-Mar-11	362	290	20	BT	PPS	Prueban pozo, normal
28-Mar-11	Reubican línea de alta y equipos en superficie.					
29-Mar-11	220	176	20	BT	PPS	Reubican línea de alta tensión. Prueba baja.
04-Abr-11	328	262	20	BT	PPS	Prueban pozo.
13-Abr-11	305	244	20	BT	PPS	Prueban pozo.
16-Abr-11	Off, por falla de sincronismo en generador No. 3.					
19-Abr-11	Baja frecuencia en generador No. 2.					
23-Abr-11	414	331	20	BT	PPS	Desgasifican y prueban pozo. OK
24-Abr-11	187	150	20	BT	PPS	
01-May-11	407	326	20	BT	PPS	
09-May-11	294	235	20	BT	PPS	
18-May-11	286	229	19,9	BT	PPS	Desgasifican y prueban pozo. OK
01-Jun-11	277	222	20	BT	PPS	Prueba baja.
10-Jun-11	281	225	20	BT	PPS	
17-Jun-11	262	210	20	BT	PPS	
19-Jun-11	Instalan toma muestras.					
24-Jun-11	257	206	20	BT	PPS	Prueban pozo.
29-Jun-11	239	172	28	BT	PPS	Prueba baja.
04-Jul-11	239	191	20	BT	PPS	Prueban pozo.
07-Jul-11	Circuito del sensor del carter del generador No.3.					
09-Jul-11	262	210	20	BT	PPS	Prueban pozo, OK.
19-Jul-11	247	198	20	BT	PPS	Prueban pozo.
26-Jul-11	270	194	28	BT	PPS	
06-Ago-11	243	175	28	BT	PPS	Prueban pozo.
19-Ago-11	Alta temperatura del refrigerante, central de generación.					
22-Ago-11	251	181	28	BT	PPS	Prueban pozo.
24-Ago-11	228	164	28	BT	PPS	Prueba baja.
01-Sep-11	220	158	28	BT	PPS	Prueban pozo.
06-Sep-11	236	170	28	BT	PPS	Prueban pozo.
13-Sep-11	262	189	28	BT	PPS	
19-Sep-11	Pozo OFF por sobrecarga en generador No. 2.					
24-Sep-11	Pozo OFF por falla en la central de generación.					
26-Sep-11	194	140	28	BT	PPS	
29-Sep-11	262	189	28	BT	PPS	
11-Oct-11	171	121	29,5	BT	PPS	Prueban pozo.
13-Oct-11	Off, por 3 horas, alta temperatura de fondo.					
14-Oct-11	103	74	28,5	BT	PPS	Prueban pozo.
16-Oct-11	129	93	28	BT	PPS	Prueban pozo.
19-Oct-11	Falla en centro de generación.					
24-Oct-11	236	170	28	BT	PPS	
31-Oct-11	Pozo off, por falla en la central de generación.					
09-Nov-11	Pozo off, 1 hora por baja frecuencia en generador No. 1 y por sobrecarga en generador No. 2.					
10-Nov-11	228	164	28	BT	PPS	
11-Nov-11	Pozo off, 1 hora por baja frecuencia en generador No. 1					
21-Nov-11	293	211	28	BT	PPS	
27-Nov-11	176	127	28	BT	PPS	
29-Nov-11	176	127	27,8	BT	PPS	Pozo bloqueado por gas, prueba baja.
09-Dic-11	213	153	28	BT	PPS	Prueban pozo.
19-Dic-11	213	153	28	BT	PPS	
30-Dic-11	228	164	28	BT	PPS	
07-Ene-12	194	140	28	BT	PPS	Prueban pozo.
13-Ene-12	182	131	28	BT	PPS	
17-Ene-12	179	129	28	BT	PPS	
19-Ene-12	179	115	36	BT	PPS	
22-Ene-12	205	131	36	BT	PPS	
29-Ene-12	198	127	36	BT	PPS	
01-Feb-12	192	123	36	BT	PPS	
06-Feb-12	Pozo off, por 2 horas, baja frecuencia en la central de generación.					
13-Feb-12	213	136	36	BT	PPS	
22-Feb-12	175	112	36	BT	PPS	Prueban pozo.

29-Feb-12	224	143	36	BT	PPS	
05-Mar-12	213	136	36	BT	PPS	
14-Mar-12	160	102	36	BT	PPS	Prueba baja, luego de chequear parámetros en superficie.
15-Mar-12	163	104	36	BT	PPS	
25-Mar-12	232	148	36	BT	PPS	Desgasifican y prueban pozo.
26-Mar-12	163	104	36	BT	PPS	Presenta falsa alarma de alta temperatura en motor, chequean tarjeta PIC, prueban pozo.
28-Mar-12	163	104	36	BT	PPS	Prueban pozo.
08-Abr-12	188	120	36	BT	PPS	Prueban pozo.
12-Abr-12	194	124	36	BT	PPS	
22-Abr-12	194	124	36	BT	PPS	Prueban pozo.
06-May-12	201	129	36	BT	PPS	
09-May-12	Off, por sobrecarga en equipo BES					
12-May-12	18	12	36	BT	PPS	Off, por alta presión de Intake.
13-May-12	Desgasifican y prueban pozo, pozo con bajo aporte.					
14-May-12	3	2	36	BT	PPS	Bajo aporte, posible comunicación TBG - CSG
15-May-12	S/L cambia Std. Valve (sale limpio). Prueban TBG con 1500 psi durante 15 min, ok. Arrancan equipo (falla por sobrecorriente).					
16-May-12	Intentan arrancar pozo luego de prueba de TBG, sin éxito (alarma de sobrecorriente). Realizan prueba de nivel PWS=1041 psi.					
17-May-12	Intentan arrancar pozo luego de prueba de TBG, sin éxito (alarma de sobrecorriente). Realizan prueba de nivel PWS=1041 psi. Pozo cerrado en espera de CTB, en espera de W.O.					
01-Jul-12	<b>Inicia W.O. # 1: Bajar completación para cambio de sistema de levantamiento de bes a bombeo mecánico.</b>					
25-Sep-12	<b>Finaliza W.O. # 1.</b>					
26-Sep-12	240	168	30	BT	PPH	Evaluando con camión bomba
29-Sep-12	216	158	27	BT	PPH	
02-Oct-12	288	210	27	BT	PPH	
30-Oct-12	168	136	19	BT	PPH	
31-Oct-12	192	157	18	BT	PPH	
06-Nov-12	205	168	18	BT	PPH	
10-Dic-12	264	185	30	BT	PPH	
15-Dic-12	296	201	32	BT	PPH	
18-Dic-12	296	201	32	BT	PPH	
26-Dic-12	264	172	35	BT	PPH	
11-Ene-13	264	180	32	BT	PPH	Evaluando con camión bomba
18-Ene-13	264	177	33	BT	PPH	
19-Ene-13	264	177	33	BT	PPH	
20-Ene-13	264	177	33	BT	PPH	
25-Ene-13	268	166	38	BT	PPH	
26-Ene-13	A partir de 20 ó ene ó 2103, se preara las facilidades para instalación del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex, cambio de sistema de bombeo hidráulico a bombeo mecánico.					
31-Ene-13	192	15	92	BT	PPM	Produce con bombeo mecánico con Rotaflex.
03-Feb-13	153	92	40	BT	PPM	
04-Feb-13	150	60	60	BT	PPM	
05-Feb-13	180	90	50	BT	PPM	
07-Feb-13	200	100	50	BT	PPM	
13-Feb-13	260	130	50	BT	PPM	
14-Feb-13	264	132	50	BT	PPM	
16-Feb-13	240	120	50	BT	PPM	
17-Feb-13	220	110	50	BT	PPM	
23-Feb-13	164	82	50	BT	PPM	Opera con 2.5 SPM
24-Feb-13	168	84	50	BT	PPM	
25-Feb-13	171	89	48	BT	PPM	
26-Feb-13	186	93	50	BT	PPM	
28-Feb-13	149	75	50	BT	PPM	
12-Mar-13	180	90	50	BT	PPM	
13-Mar-13	200	100	50	BT	PPM	
14-Mar-13	210	105	50	BT	PPM	
15-Mar-13	202	101	50	BT	PPM	
17-Mar-13	176	88	50	BT	PPM	
21-Mar-13	195	98	50	BT	PPM	

23-Mar-13	207	104	50	BT	PPM	
28-Mar-13	176	88	50	BT	PPM	
02-Abr-13	207	104	50	BT	PPM	
05-Abr-13	200	100	50	BT	PPM	
06-Abr-13	212	106	50	BT	PPM	
07-Abr-13	186	93	50	BT	PPM	
08-Abr-13	200	100	50	BT	PPM	
09-Abr-13	208	104	50	BT	PPM	
10-Abr-13	196	98	50	BT	PPM	
11-Abr-13	212	106	50	BT	PPM	
12-Abr-13	224	112	50	BT	PPM	
13-Abr-13	224	112	50	BT	PPM	
14-Abr-13	196	98	50	BT	PPM	
16-Abr-13	186	93	50	BT	PPM	
02-May-13	196	98	50	BT	PPM	
04-May-13	192	96	50	BT	PPM	
05-May-13	200	100	50	BT	PPM	
06-May-13	208	104	50	BT	PPM	
07-May-13	192	96	50	BT	PPM	
09-May-13	200	100	50	BT	PPM	Sal=34800 ppm Cl-
12-May-13	186	93	50	BT	PPM	Opera con 2.5 SPM
17-May-13	192	96	50	BT	PPM	
18-May-13	200	100	50	BT	PPM	
24-May-13	174	87	50	BT	PPM	

**Tabla 4. 4: Historial de Producción del Pozo EMI-41D.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*  
*Realizado por: Darwin P. Molina M.*

El pozo EMI-41D, se encuentra actualmente produciendo con Bombeo Mecánico con Rotaflex de la arena òBTö, en el historial de producción se puede observar que este pozo empieza su producción Bombeo Electrosumergible, luego Bombeo Hidráulico, y finalmente con Bombeo Mecánico.

#### *4.2.4 Pozo AZUó15.*

En la Tabla 4.5 se muestra el Historial de Producción, este pozo es completado el 15ó Noviembreó2004.

FECHA	BFPD	BPPD	BSW %	ARENA	MET.	OBSERVACIONES
01-Ene-10	1482	267	82	øUiö	PPS	Pintk=1356 psi
19-Ene-10	1513	272	82	øUiö	PPS	Pintk=1346 psi
23-Ene-10	Pozo no aporta por posible comunicación tubing-casing					
25-Ene-10	Inician W.O. No. 13 por comunicación					
	tubing -casing					
02-Feb-10	Finaliza W.O. No. 13 Bajan BES DN-1750					
05-Feb-10	1664	166	90	øUiö	PPS	Pintk=1580 psi
19-Feb-10	1619	259	84	øUiö	PPS	Pintk=2007 psi
02-Mar-10	1652	264	84	øUiö	PPS	Pintk=2007 psi
04-Mar-10	1761	232	87	øUiö	PPS	Pintk=2003 psi
10-Mar-10	Pozo no aporta por fases desbalanceadas E.W.O.					
24-Mar-10	Inician WO No. 14					
15-Abr-10	Evalúan Ui con MTU BSW=10%, Salinidad=50600 ppm Cl-					
20-Abr-10	Finaliza WO No.14 (2 Bombas DN1100)					
25-Abr-10	670	402	40	øUiö	PPS	Regulan frecuencia de 52 a 54 Hz
26-Abr-10	735	257	65	øUiö	PPS	Incrementa BSW de 40 A 65%, regulan frecuencia de 54 A 56
02-May-10	776	202	74	øUiö	PPS	Pintk=1941
16-May-10	862	224	74	øUiö	PPS	
27-May-10	831	216	74	øUiö	PPS	Pintk=1857 psi
05-Jun-10	933	243	74	øUiö	PPS	Pintk=2041 psi
26-Jun-10	953	191	80	øUiö	PPS	Pintk=1992 psi
04-Jul-10	958	192	83	øUiö	PPS	
16-Jul-10	864	173	80	øUiö	PPS	BSW=78%, salinidad=75000ppm
26-Jul-10	772	154	80	øUiö	PPS	Pintk=1979 psi
04-Ago-10	800	160	80	øUiö	PPS	
26-Ago-10	843	169	80	øUiö	PPS	Pintk=2000 psi
05-Sep-10	828	166	80	øUiö	PPS	Pintk=2006 psi
25-Sep-10	941	188	80	øUiö	PPS	Pintk=2121 psi
02-Oct-10	827	165	80	øUiö	PPS	Pintk=2134 psi
29-Oct-10	635	127	80	øUiö	PPS	Pintk=2133 psi
05-Nov-10	706	141	80	øUiö	PPS	Pintk=2091 psi
20-Nov-10	737	147	80	øUiö	PPS	Pintk=2043 psi
30-Nov-10	682	136	80	øUiö	PPS	Pintk=2043 psi
15-Dic-10	806	162	80	øUiö	PPS	Regulan de frecuencia de 56 a 58 Hz
28-Dic-10	759	152	80	øUiö	PPS	Pintk=1984 psi
06-Ene-11	855	171	80	øUiö	PPS	Pintk=1936 psi
31-Ene-11	885	177	80	øUiö	PPS	Pintk=1960 psi
02-Feb-11	Chequean tubería hasta camisa, existe presencia de escala en cabezal					
24-Feb-11	842	169	80	øUiö	PPS	Pintk=1956 psi
01-Mar-11	855	171	80	øUiö	PPS	Pintk=1954 psi
10-Mar-11	827	165	80	øUiö	PPS	Pintk=1970 psi
31-Mar-11	792	158	80	"Us"	PPS	Pintk=1969 psi
07-Abr-11	737	147	80	"Us"	PPS	Pintk=1976 psi
29-Abr-11	770	154	80	"Us"	PPS	Pintk=1975 psi
09-May-11	894	143	84	"Us"	PPS	Pintk=1972 psi
15-May-11	900	144	84	"Us"	PPS	Pintk=1975 psi
28-May-11	831	133	84	"Us"	PPS	Pintk=1975 psi
17-Jun-11	808	129	84	"Us"	PPS	Pintk=2012 psi
30-Jun-11	717	115	84	"Us"	PPS	Pintk=2047 psi
04-Jul-11	723	116	84	"Us"	PPS	Pintk=2047 psi
19-Jul-11	753	120	84	"Us"	PPS	Pintk=2035 psi
29-Jul-11	817	131	84	"Us"	PPS	Pintk=2034 psi
07-Sep-11	788	126	84	"Us"	PPS	Pintk=2063 psi
15-Sep-11	685	109	84	"Us"	PPS	Pintk=2110 psi
19-Sep-11	682	109	84	"Us"	PPS	Pintk=2110 psi
24-Sep-11	800	128	84	"Us"	PPS	Pintk=2098 psi
27-Sep-11	970	155	84	"Us"	PPS	Pintk=2098 psi
05-Oct-11	780	125	84	"Us"	PPS	Pintk=2108 psi
10-Oct-11	741	119	84	"Us"	PPS	Pintk=2097 psi
13-Oct-11	BES OFF por atascamiento posiblemente por sólidos					

14-Oct-11	Intentan recuperar std. Valve sin éxito. Recuperan parte superior con la bola. queda pescado parte inferior de STV					
15-Oct-11	W/L recupera asiento de bola de STV, queda parte inferior de STV como pescado					
16-Oct-11	Prueban tubería con camión bomba con 1000 PSI. Presión cae 800 PSI/MIN. No hay back spin.					
17-Oct-11	Swab intentan recuperar STV sin éxito, se rompen las patas del pescante con 2000 Lbs. W/L baja STV hasta camisa a 8916'. Prueban tubería con 1600 PSI. OK.					
18-Oct-11	Realizan limpieza del equipo BES con solvente y HCl al 15%, bombean con 700 PSI a 0.4 BPM. No hay back spin. Posiblemente comunicación TBG-CSG debajo de la camisa de circulación Intentan arrancar BES sin éxito. Equipo se apaga por sobrecarga.					
22-Oct-11	Inicia WO No 15.					
29-Oct-11	Suspenden WO 15					
07-Feb-12	Reinician W.O. No. 15					
28-Feb-12	Suspenden WO 15. Inician evaluación sin torre.					
09-Mar-12	1128	56,4	95	"Ts"	PPH	Evaluando Ts con MTU Sertecpet Jet 10 I
10-Mar-12	552	27,6	95	"Ts"	PPH	
11-Mar-12	456	68,4	85	"Ts"	PPH	
12-Mar-12	408	81,6	80	"Ts"	PPH	
13-Mar-12	408	122	70	"Ts"	PPH	
14-Mar-12	408	122	70	"Ts"	PPH	
15-Mar-12	408	118	71	"Ts"	PPH	Reversan Jet. Sale roto el nozzle. Continúan evaluando Ts. TBR=2566, THE=132.
16-Mar-12	600	144	76	"Ts"	PPH	Reversan Jet. Sale roto el nozzle. Continúan evaluando Ts con Jet 10I. TBR=3102, THE=156.
17-Mar-12	600	144	76	"Ts"	PPH	
18-Mar-12	600	144	76	"Ts"	PPH	
21-Mar-12	Intentan reversar Jet. Sin éxito ( Taponada ). SWAB Intentan pescar Jet. Sin éxito. Queda atrapada a 600'.sobre la camisa. SWAB queda tensionado					
22-Mar-12	SWAB recupera Jet de camisa. Sale Jet taponada con escala. Nozzle sale picado. Intentan recuperar STV. SIN EXITO. Pulling tool no pasa de camisa. Intentan bajar calibrador de 2-7/8". No pasa de camisa. Suspenden evaluación. Pozo cerrado por STV atascado por presencia de escala					
24-Mar-12	Reinician W.O. No. 15					
23-Abr-12	Finalizan WO No. 15					
24-Abr-12	431	302	30	"Us"	PPS	
30-Abr-12	196	137	30	"Us"	PPS	Declina fluidos. Posible bloqueo por gas
03-May-12	84	59	30	"Us"	PPS	
07-May-12	59	41	30	"Us"	PPS	
11-May-12	182	127	30	"Us"	PPS	Prueban TBG con camión bomba. OK. Regular frecuencia de 52 a 53 Hz
14-May-12	135	95	30	"Us"	PPS	BES OFF , FALLA EN LINEA DE ALTA POR DESCARGA ELECTRICA
24-May-12	Pintk incrementa de 800 a 900 PSI, Amperaje variable					
28-May-12	74	52	30	"Us"	PPS	Pintk Incrementa de 797 a 1091 PSI. Tm incrementa de 267 a 301 °F. Bombean por anular con BES encendida; 2000 GLS de JP1 + 55 de dispersante de solidos + 55 de antiparafinico + 5 GLS de demulsificante. BES OFF por alta Tmotor (340 °F) e Tint (300 °F). Arrancan BES, OK
29-May-12	Luego de bombear solvente por anular. Realizan dos arranques BES OFF por alta Tmotor (330 °F). W/L recupera STV					
30-May-12	BES OFF por alta Tmotor					
01-Jun-12	Arman líneas de tanques en locación. Arrancan BES. Se apaga por tool open (Falla de sensor). Equipo eléctricamente con fases. E.W.O					
04-Jun-12	Inician WO No. 16: Repunzonar " U sup ". Evaluar. Rediseñar BES					
25-Jun-12	240	223	7%	"Us"	PPH	Finaliza WO No. 16: Bajan completación Híbrida.
25-Jun-12	240	112	53	"Us"	PPH	Evaluando con MTU, JET 9I. Luego de WO
28-Jun-12	240	133	45	"Us"	PPH	
29-Jun-12	240	133	45	"Us"	PPH	
04-Jul-12	144	123	15	"Us"	PPH	
05-Jul-12	144	123	15	"Us"	PPH	
06-Jul-12	144	81	44	"Us"	PPH	
09-Jul-12	120	86	28	"Us"	PPH	
16-Jul-12	144	108	25	"Us"	PPH	

24-Jul-12	Se termina la instalación del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex, que inicia el 20 de junio del 2012, se termina la evaluación con MTU, jet 9I, se baja equipo de subsuelo de bombeo mecánico.					
25-Jul-12	212	208	2	"Us"	PPM	Produce con Rotaflex 900.
06-Ago-12	76	74	2	"Us"	PPM	Opera con 2.0 SPM
18-Ago-12	90	88	2	"Us"	PPM	
27-Ago-12	84	82	2	"Us"	PPM	
10-Sep-12	78	76	2	"Us"	PPM	
23-Sep-12	80	78	2	"Us"	PPM	
04-Oct-12	82	80	2	"Us"	PPM	
25-Oct-12	65	64	1	"Us"	PPM	
30-Oct-12	92	90	2	"Us"	PPM	
11-Nov-12	90	88	2	"Us"	PPM	
18-Nov-12	111	110	1	"Us"	PPM	
20-Nov-12	<b>Inicia W.O. No.17 ( Realizar fracturamiento hidráulico a "Us")</b>					
08-Dic-12	<b>Finaliza W.O. No.17 ( Bajan bomba mecánica Weatherford 30-175 RHBC 34-6-2-1)</b>					
20-Dic-12	104	102	2	"Us"	PPM	Produce con Rotaflex
24-Dic-12	129	126	3	"Us"	PPM	Opera con 1.5 SPM
09-Ene-13	92	90	2	"Us"	PPM	
20-Ene-13	81	79	2	"Us"	PPM	
30-Ene-13	71	70	1	"Us"	PPM	
10-Feb-13	82	80	2	"Us"	PPM	
13-Feb-13	66	65	1	"Us"	PPM	
21-Feb-13	49	48	1	"Us"	PPM	
24-Feb-13	33	32	1	"Us"	PPM	
27-Feb-13	31	30	2	"Us"	PPM	
03-Mar-13	26	25	2	"Us"	PPM	
07-Mar-13	29	28	2	"Us"	PPM	
08-Mar-13	E.W.O Bomba mecánica atascada					

**Tabla 4. 5: Historial de Producción del Pozo AZU615.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

*Realizado por: Darwin P. Molina M.*

El pozo está esperando Workover desde el 8 de marzo del 2013 por que la bomba mecánica de subsuelo está atascada, la unidad de Bombeo Rotaflex se encuentra retirada de este pozo.

#### *4.2.5 Pozo DANó09.*

En la Tabla 4.6 se muestra el Historial de Producción y de Workover realizados, este pozo es completado el 14 ó JULIO ó 1986.



FECHA	BFPD	BPPD	BSW%	ARENA	MET.	OBSERVACIONES
02-Ene-10	2060	165	92	Ui	PPS	
13-Ene-10	2144	172	92	Ui	PPS	
22-Ene-10	2056	164	92	Ui	PPS	
02-Feb-10	2034	163	92	Ui	PPS	
12-Feb-10	2023	162	92	Ui	PPS	
28-Feb-10	1801	144	92	Ui	PPS	
02-Mar-10	1807	145	92	Ui	PPS	
03-Mar-10	W/L corre calibrador de tbg de 3-1/2 no pasa @ 8,772' se golpea muchas veces y se logra pasar hasta el no-go @ 8,893'					
03-Mar-10	Pozo cerrado x control nivel de colchón de agua falta de energía eléctrica.					
07-Mar-10	W/L con shifting tool de 3-1/2 se baja abrir camisa de circulación sin éxito herramienta no pasa @ 8,116', se baja bloque impresor de 2-7/8 herramienta pasa golpeando y llega @ 9,116' (posible se encuentre tubería arrancada a la altura de la camisa).					
07-Mar-10	Pozo espera W.O fases infinitas equipo desprendido					
13-Abr-10	Inician operaciones de W.O No-09					
16-Abr-10	Suspenden Operaciones de W.O					
15-Nov-10	Reinician Operaciones de WO # 9					
29-Dic-10	Finalizan Operaciones de WO # 9					
29-Dic-10	1500	0	100	Ui	PPS	Pwf= 1553
01-Ene-11	1533	123	92	Ui	PPS	Pwf=2040
12-Ene-11	1782	143	92	Ui	PPS	Pwf=1304
31-Ene-11	1756	140	92	Ui	PPS	Pwf=1327
03-Feb-11	1788	143	92	Ui	PPS	Pwf=1321
16-Feb-11	1693	135	92	Ui	PPS	Pwf=1362
27-Feb-11	1690	135	92	Ui	PPS	Pwf=1352
02-Mar-11	1705	136	92	Ui	PPS	Pwf=1349
16-Mar-11	1756	140	92	Ui	PPS	Pwf=1311
27-Mar-11	1756	140	92	Ui	PPS	Pwf=1310
03-Abr-11	1691	135	92	Ui	PPS	Pwf=1313
21-Abr-11	1797	144	92	Ui	PPS	Pwf=1341
30-Abr-11	1760	141	92	Ui	PPS	Pwf=1331
04-May-11	1764	141	92	Ui	PPS	Pwf=1341
18-May-11	1754	140	92	Ui	PPS	Pwf=1369
29-May-11	1087	86	92	Ui	PPS	Pwf=1600
30-May-11	702	56	92	Ui	PPS	Pwf=1600
31-May-11	Realizan prueba de tubería con presión, detectan comunicación TBG-CSG. (EWO)					
09-Jun-11	1637	131	92	Ui	PPS	Finaliza WO 10 a las 17H00 (Bomba P-23XH6; Motor 228 HP, 2305 V, 60 Amp)
10-Jun-11	1597	128	92	Ui	PPS	Regulan frecuencia de 50 a 52 Hz.
11-Jun-11	1756	140	92	Ui	PPS	
12-Jun-11	1744	140	92	Ui	PPS	
13-Jun-11	Baja BSW a 84%, Salinidad 19800 ppmcl					
14-Jun-11	BSW a 84%, Salinidad 22050 ppmcl					
17-Jun-11	BSW = 92% Salinidad = 20450 ppmcl					
18-Jun-11	1719	138	92	Ui	PPS	
30-Jun-11	1733	139	92	Ui	PPS	
03-Jul-11	1727	138	92	Ui	PPS	
05-Jul-11	1742	139	92	Ui	PPS	Incremento de frecuencia de 52 a 53 Hz.
11-Jul-11	1740	139	92	Ui	PPS	
15-Jul-11	1662	133	92	Ui	PPS	Incremento de frecuencia de 53 a 54 Hz.
16-Jul-11	1789	143	92	Ui	PPS	
28-Jul-11	1639	131	92	Ui	PPS	
02-Ago-11	1544	124	92	Ui	PPS	
20-Ago-11	1424	103	92	Ui	PPS	
30-Ago-11	757	61	92	Ui	PPS	
31-Ago-11	Prueban tubería con equipo BES; detectan posible comunicación TBG-CSG. W/L asienta STV en NOGO de 3 1/2" @ 7967					
02-Sep-11	529	42	92	Ui	PPS	

03-Sep-11	455	36	92	Ui	PPS	
07-Sep-11	Espera WO por comunicación TBG CSG					
18-Sep-11	Inicia WO 11					
27-Sep-11	Finaliza WO 11					
03-Oct-11	1809	145	92	Ui	PPS	
08-Oct-11	1868	149	92	Ui	PPS	
14-Oct-11	1842	147	92	Ui	PPS	
29-Oct-11	1744	140	92	Ui	PPS	
13-Nov-11	1710	137	92	Ui	PPS	
17-Nov-11	1737	139	92	Ui	PPS	
24-Nov-11	1715	137	92	Ui	PPS	
01-Dic-11	1778	142	92	Ui	PPS	
08-Dic-11	1768	141	92	Ui	PPS	
17-Dic-11	1795	144	92	Ui	PPS	
29-Dic-11	1784	143	92	Ui	PPS	
02-Ene-12	1813	145	92	Ui	PPS	
11-Ene-12	1731	138	92	Ui	PPS	
28-Ene-12	1725	138	92	Ui	PPS	
05-Feb-12	1735	139	92	Ui	PPS	
09-Feb-12	1740	139	92	Ui	PPS	
16-Feb-12	1764	141	92	Ui	PPS	
23-Feb-12	1725	69	96	Ui	PPS	Incrementa BSW de 92% a 96%.
27-Feb-12	1739	70	96	Ui	PPS	
01-Mar-12	1746	70	96	Ui	PPS	
03-Mar-12	1866	75	96	Ui	PPS	Regulan frecuencia de 52 Hz a 54 HZ
20-Mar-12	1917	77	96	Ui	PPS	Pintk=1419 PSI Hz=56
30-Mar-12	1936	77	96	Ui	PPS	Pintk=1437 PSI Hz=56
06-Abr-12	1978	79	96	Ui	PPS	.
11-Abr-12	1911	76	96	Ui	PPS	Pintk=1451 PSI Hz=56
26-Abr-12	1940	78	96	Ui	PPS	Pintk=1436 PSI Hz=56
01-May-12	1938	78	96	Ui	PPS	
10-May-12	1925	77	96	Ui	PPS	Pintk=1445 PSI Hz=56
24-May-12	1758	70	96	Ui	PPS	Pintk=1543 PSI Hz=56
31-May-12	1731	110	96	Ui	PPS	
27-Ago-12	Inicia W.O.# 12					
04-Oct-12	94	0	100	BT	PPM	Finalizan W.O.# 12 (28-sep-2012).
06-Oct-12	252	20	92	BT	PPM	Arrancan Rotaflex (04-oct-2012)
10-Oct-12	202	178	12	BT	PPM	Produce con Rotaflex 2.5 GPM, Bomba 30-175-RHBC-34-6-3
12-Oct-12	174	160	8	BT	PPM	Regulan GPM de 2.5 a 2.2
15-Oct-12	173	166	4	BT	PPM	Estabilizando BSW de 8% a 4%
18-Oct-12	167	160	4	BT	PPM	Se realiza prueba por 12 hrs. Bajo aporte
30-Oct-12	169	162	4	BT	PPM	Finalizan wo (28-sep-2012). Arrancan Rotaflex (04-oct-2012)
02-Nov-12	169	162	4	BT	PPM	
10-Nov-12	171	164	4	BT	PPM	Monitoreando parámetros
12-Nov-12	165	158	4	BT	PPM	
16-Nov-12	191	183	4	BT	PPM	
18-Nov-12	165	158	4	BT	PPM	
20-Nov-12	175	168	4	BT	PPM	
24-Nov-12	164	157	4	BT	PPM	
27-Nov-12	161	155	4	BT	PPM	
01-Dic-12	158	152	4	BT	PPM	
03-Dic-12	149	143	4	BT	PPM	
12-Dic-12	144	141	2	BT	PPM	Baja BSW de 4% a 2%.
17-Dic-12	173	170	2	BT	PPM	
22-Dic-12	176	172	2	BT	PPM	
23-Dic-12	186	184	1	BT	PPM	Baja BSW de 2% a 1%.(GPM 2.0)
26-Dic-12	184	182	1	BT	PPM	
30-Dic-12	188	186	1	BT	PPM	
06-Ene-13	167	165	1	BT	PPM	

09-Ene-13	186	184	1	BT	PPM	
11-Ene-13	188	186	1	BT	PPM	
14-Ene-13	172	170	1	BT	PPM	
16-Ene-13	188	186	1	BT	PPM	
18-Ene-13	185	183	1	BT	PPM	
19-Ene-13	180	178	1	BT	PPM	
24-Ene-13	176	174	1	BT	PPM	
01-Feb-13	176	174	1	BT	PPM	Baja GPM de 2 a 1,9
02-Feb-13	176	174	1	BT	PPM	
04-Feb-13	184	182	1	BT	PPM	
06-Feb-13	182	180	1	BT	PPM	
09-Feb-13	179	177	1	BT	PPM	
12-Feb-13	183	181	1	BT	PPM	
14-Feb-13	186	184	1	BT	PPM	
16-Feb-13	185	183	1	BT	PPM	
18-Feb-13	184	182	1	BT	PPM	
20-Feb-13	184	182	1	BT	PPM	
22-Feb-13	182	180	1	BT	PPM	
24-Feb-13	182	180	1	BT	PPM	
27-Feb-13	169	167	1	BT	PPM	
01-Mar-13	176	174	1	BT	PPM	
03-Mar-13	179	177	1	BT	PPM	
05-Mar-13	Se apaga el pozo para chequeo de sonido.					
08-Mar-13	204	202	1	BT	PPM	Opera a 1.9 SPM
10-Mar-13	180	178	1	BT	PPM	
14-Mar-13	183	181	1	BT	PPM	
17-Mar-13	184	182	1	BT	PPM	
21-Mar-13	180	178	1	BT	PPM	
23-Mar-13	164	162	1	BT	PPM	
30-Mar-13	178	176	1	BT	PPM	
05-Abr-13	179	177	1	BT	PPM	
08-Abr-13	177	175	1	BT	PPM	
13-Abr-13	174	172	1	BT	PPM	
16-Abr-13	176	174	1	BT	PPM	
21-Abr-13	175	173	1	BT	PPM	
28-Abr-13	173	171	1	BT	PPM	
02-May-13	176	174	1	BT	PPM	
06-May-13	178	176	1	BT	PPM	
09-May-13	176	174	1	BT	PPM	
13-May-13	176	174	1	BT	PPM	
17-May-13	172	170	1	BT	PPM	
22-May-13	174	172	1	BT	PPM	
27-May-13	177	175	1	BT	PPM	
31-May-13	176	174	1	BT	PPM	
04-Jun-13	181	179	1	BT	PPM	

**Tabla 4. 6: Historial de Producción del Pozo DAN609.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

*Realizado por: Darwin P. Molina M.*

El pozo DAN609 produce la arena 6BT6, desde el 04-Octubre-2012 con unidad de bombeo Rotaflex, empieza con un BSW del 100%, luego de algunos días el BSW se va reduciendo, hasta el 4-Junio-2013, el BSW está en 1%.

#### *4.2.6 Pozo JAV602.*

En la Tabla 4.7 se muestra el Historial de Producción y de Workover realizados, este pozo es completado el 216Noviembre61987.

FECHA	BFPD	BPPD	BSW	ARENA	MET.	OBSERVACIONES
13-Ene-10	1323	185	86	øTsø	PPS	
15-Ene-10	Cambian VSD + Regulan frecuencia de 50 52 Hz					
16-Ene-10	Bajan calibrador de 27/8ø a 4ø No pasa bajo la master, sale con presencia de escala					
17/01/2010	1470	206	86	øTsø	PPS	
20-Ene-10	Regulan frecuencia de 52 a 54 Hz					
23-Ene-10	<b>Bajan STV a 8540ø+ Chequean tubería. Detectan comunicación tubing - casing</b>					
17-Feb-10	760	106	86	øTsø	PPS	Regulan frecuencia de 54 a 55 Hz
18-Feb-10	696	97	86	øTsø	PPS	
22-Feb-10						Regulan frecuencia de 55 a 56 Hz
23-Feb-10	653	91	86	øTsø	PPS	Salinidad = 8000 ppm Cl -
25-Feb-10	376	53	86	øTsø	PPS	
26-Feb-10	OFF. Espera completación comunicación TBG-CSG.W/L abre camisa de circulación, no pasa de la master presencia de escala, se bajó Cali 2-3/4 se llega al hogo c 8540					
27-Feb-10	<b>Inicia operaciones W.O N° 08 cambio completación TBG-CSG</b>					
05-Mar-10	<b>Finalizan operaciones de W. O N° 08</b>					
06-Mar-10	2140	214	90	øTsø	PPS	
07-Mar-10	2129	255	88	øTsø	PPS	
08-Mar-10	2096	293	86	øTsø	PPS	
09-Mar-10	2111	422	80	øTsø	PPS	BSW=78%, salinidad 9250 ppmcl.
11-Mar-10	2062	412	80	øTsø	PPS	
14-Mar-10	2129	511	76	øTsø	PPS	Estabiliza BSW a 76%
16-Mar-10	2117	508	76	øTsø	PPS	Pintk = 1762
23-Mar-10	2046	491	76	øTsø	PPS	Pintk = 1770
31-Mar-10	1780	427	76	øTsø	PPS	Pintk = 1678
05-Abr-10	1841	442	76	øTsø	PPS	Pintk = 1702
07-Abr-10	2023	486	76	øTsø	PPS	Pintk = 1726
12-Abr-10	2005	481	76	øTsø	PPS	Pintk = 1734
14-Abr-10	1932	464	76	øTsø	PPS	Pintk = 1688
23-Abr-10	1777	427	76	øTsø	PPS	Pintk = 1736
27-Abr-10	1611	387	76	øTsø	PPS	Pintk = 1738
02-May-10	1932	464	76	øTsø	PPS	Pintk = 1688
05-May-10	1105	205	76	øTsø	PPS	Pintk = 2067
06-May-10	1196	287	76	øTsø	PPS	Pintk = 2083
07-May-10	1231	295	76	øTsø	PPS	Pintk = . 2062 Regulan frecuencia de 54 a 56 Hz
08-May-10	1311	314	76	øTsø	PPS	Pintk = . 2065
09-May-10	1105	265	76	øTsø	PPS	Pintk = . 2089 Regulan frecuencia de 56 a 58 Hz
11-May-10	1051	252	76	øTsø	PPS	Pintk = . 2080
11-May-10	<b>Inician operaciones de W. O N° 09 a las 14h00 (Cambio completación comunicación tbg-csg.)</b>					
17-May-10	<b>Finaliza W. O : bajan 2 bombas TE-2700 (98+45)Etapas. 2 Motores 160 HP, 1115 Vol, 88.5 Amp.</b>					
18-May-10	2364	236	90	øTsø	PPS	BSW= 60%, Salinidad = 8400 ppm cl.
19-May-10	2407	289	88	øTsø	PPS	Bsw= 66%, Salinidad = 8250 ppm cl.
20-May-10	BSW= 72%, Salinidad = 30450 ppm cl.					
21-May-10	2293	512	78	øTsø	PPS	
22-May-10	2376	523	78	øTsø	PPS	Disminuye BSW de 78% @ 74%
22-May-10	BSW= 74%, Salinidad = 9000 ppm cl.					
26-May-10	2369	616	74	øTsø	PPS	
01-Jun-10	2328	605	74	øTsø	PPS	
15-Jun-10	2371	616	74	øTsø	PPS	
30-Jun-10	2428	631	74	øTsø	PPS	
07-Jul-10	2336	607	74	øTsø	PPS	
13-Jul-10	2528	657	74	øTsø	PPS	
26-Jul-10	2352	612	74	øTsø	PPS	
06-Ago-10	2199	572	74	øTsø	PPS	
18-Ago-10	2037	530	74	øTsø	PPS	
24-Ago-10	1993	439	78	øTsø	PPS	Incrementa BSW de 74% @ 78%
25-Ago-10	W/L recupera Std. Valve de 3 ½ de No-Go @ 8590 (sale limpio, pozo queda sin Std. Valve)					
26-Ago-10	BSW = 80%, Salinidad = 8900 ppm cl.					
27-Ago-10	BSW = 78%, Salinidad = 9600 ppm cl.					

06-Sep-10	2105	463	78	øTsø	PPS	
13-Sep-10	2074	456	78	øTsø	PPS	
23-Sep-10	1993	439	78	øTsø	PPS	
04-Oct-10	2117	466	78	øTsø	PPS	
09-Oct-10	2352	517	78	øTsø	PPS	
20-Oct-10	2058	453	78	øTsø	PPS	
21-Oct-10	W/L baja con tubing gauge 3 ½ hasta No-Go OK @ 8590 se asentó Std. Valve de 3 ½ @ 8590					
26-Oct-10	2184	480	78	øTsø	PPS	
01-Nov-10	2082	458	78	øTsø	PPS	
09-Nov-10	1952	429	78	øTsø	PPS	
24-Nov-10	1946	428	78	øTsø	PPS	
14-Dic-10	2082	458	78	øTsø	PPS	
16-Dic-10	W/L intenta recuperar STV @ 8590, sin éxito. BES Off; swab pesca STV @ 8590					
17-Dic-10	2011	442	78	øTsø	PPS	Realizan limpieza CTU y HCl a la BES
18-Dic-10	BSW=84% ; Salinidad=8500 ppm cl.					
22-Dic-10	BSW=82% ; Salinidad=8850 ppm cl.					
28-Dic-10	2199	396	82	øTsø	PPS	
03-Ene-11	2396	527	78	øTsø	PPS	
09-Ene-11	1848	407	78	øTsø	PPS	
14-Ene-11	1811	398	78	øTsø	PPS	
17-Ene-11	1976	356	78	øTsø	PPS	
27-Ene-11	2129	383	82	øTsø	PPS	
08-Feb-11	2205	397	82	øTsø	PPS	
14-Feb-11	2334	420	81	øTsø	PPS	
15-Feb-11	2005	361	81	øTsø	PPS	
14-Feb-11	2334	420	82	øTsø	PPS	
15-Feb-11	2005	361	82	øTsø	PPS	
26-Feb-11	2252	405	82	øTsø	PPS	
07-Mar-11	968	174	82	øTsø	PPS	
08-Mar-11	2328	419	82	øTsø	PPS	
10-Mar-11	2211	398	82	øTsø	PPS	
11-Mar-11	2240	403	82	øTsø	PPS	
14-Mar-11	2346	422	82	øTsø	PPS	
22-Mar-11	2417	532	78	øTsø	PPS	
26-Mar-11	2395	527	78	øTsø	PPS	
05-Abr-11	2487	547	78	øTsø	PPS	
09-Abr-11	2486	547	78	øTsø	PPS	
11-Abr-11	2470	543	78	øTsø	PPS	
23-Abr-11	2376	523	78	øTsø	PPS	
29-Abr-11	2405	529	78	øTsø	PPS	
02-May-11	2387	525	78	øTsø	PPS	
05-May-11	2293	504	78	øTsø	PPS	
09-may--11	2417	435	82	øTsø	PPS	
10-May-11	2346	422	82	øTsø	PPS	
15-May-11	2332	420	82	øTsø	PPS	
17-May-11	2340	421	82	øTsø	PPS	
21-May-11	2352	423	82	øTsø	PPS	
27-May-11	2293	413	82	øTsø	PPS	
30-May-11	2323	418	82	øTsø	PPS	
03-Jun-11	2270	409	82	øTsø	PPS	
10-Jun-11	2311	416	82	øTsø	PPS	
13-Jun-11	2381	429	82	øTsø	PPS	
18-jun-/11	2328	419	82	øTsø	PPS	
19-Jun-11	BES Off Bomba atascada. Bajan St valve de camisa, revisan completación con 1000 psi ok					
20-Jun-11	E.W.O. Bomba atascada y bajo aislamiento					
21-Jun-11	<b>Inician WO 10: Reparar BES</b>					
28-Jun-11	<b>Finalizan WO 10: Bajan BES TE-2700</b>					
28-Jun-11	2587	259	90	øTsø	PPS	Salinidad = 8950 ppm Cl
30-Jun-11	2587	510	80	øTsø	PPS	Salinidad = 9200 ppm Cl
03-Jul-11	2717	380	86	øTsø	PPS	
08-Jul-11	2704	270	90	øTsø	PPS	
16-Jul-11	2593	259	90	øTsø	PPS	

01-Ago-11	2593	259	90	δTsö	PPS	
23-Ago-11	1699	170	90	δTsö	PPS	
25-Ago-11	1646	165	90	δTsö	PPS	
26-Ago-11	Produce con comunicación tubing - casing.					
28-Ago-11	1676	168	90	δTsö	PPS	
29-Ago-11	Regulan frecuencia de 52 a 54 Hz.					
29-Ago-11	1691	169	90	δTsö	PPS	
02-Sep-11	1523	152	90	δTsö	PPS	
04-Sep-11	1546	124	92	δTsö	PPS	
06-Sep-11	1393	111	92	δTsö	PPS	
08-Sep-11	1317	106	92	δTsö	PPS	
13-Sep-11	1217	97	92	δTsö	PPS	
17-Sep-11	815	65	92	δTsö		POZO DECLINA FLUIDOS, INCREMENTA PSI DE FONDO
20-Sep-11	617	49	92	δTsö		CONTINUA DECLINANDO PRODUCCION, SUBIENDO P INTAKE. E.W.O.
08-Nov-11	INICIAN WO # 11					
22-Nov-11	SUSPENDEN WO #11					
12-Mar-12	REINICIA OPERACIONES DE W.O. SUPENDIDO N° 11 (22-NOV-2011) "CCDC-40" (REPUNZONAR "TI" EVALUAR "TI", "TS" Y "UI", POR SEPARADO, DISEÑAR BES PARA LA MEJOR ZONA.					
15-May-12	FINALIZAN WO #11 : CAMBIAN DE ARENA "TS A US"					
19-May-12	360	274	24	"Us"	PPH	SALINIDAD=10000 PMMCI
22-May-12	PRUEBAN TUBING DESDE CAMISA DE 2-7/8, OK. PRUEBAN ANULAR SE DETECTA COMUNICACIÓN BAJO LA CAMISA DE 2-7/8".					
26-May-12	Inician W.O. No. 12					
29-May-12	Finaliza W.O. No. 12					
06-Jun-12	456	360	21	US	PPH	CAMBIAN BOMBA. MISMO TIPO BOMBA SALE CON CORTE DE FLUIDO EN NOZZLE Y CUERPO DE BOMBA. CIRCULAN EN REVERSA PARA LIMPEZA. BAJAN BOMBA CON S/L. RECUPERA PRODUCCIÓN. W/L: ABRE CAISA @ 8812'
24-Jun-12	270	162	40	US	PPM	ARRANCAN ROTAFLEX. DESALOJANDO AGUA DEL POZO. BSW EVAL.=27%, BSW ACTUAL=40%
01-Jul-12	206	204	1	US	PPM	
18-Jul-12	161	159	1	US	PPM	
09-Ago-12	112	109	1	US	PPM	Opera con 2.0 SPM
29-Ago-12	94	92	2	US	PPM	
07-Sep-12	100	98	2	US	PPM	
07-Oct-12	91	89	2	US	PPM	
12-Nov-12	90	88	2	US	PPM	
22-Nov-12	92	90	2	US	PPM	
08-Dic-12	Inician operaciones de W.O N° 13 "REALIZAR FRACTURAMIENTO HIDRAULICO, ARENA "US"					
27-Dic-12	Finaliza WO # 13.					
07-Ene-13	180	2	99	US	PPM	Prueba luego de arrancar ROTAFLEX
08-Ene-13	Intentan arrancar Rotaflex sin éxito, pistón atascado					
17-Mar-13	INICIAN WO No.14 CAMBIO DE COMPLETACIÓN PPM POR BOMBA MECÁNICA ATASCADA					
24-Mar-13	FINALIZAN WO No. 14					
26-Mar-13	528	343	35	US	PPH	INICIAN EVALUACION CON MTU CIA SERTECPET
28-Mar-13	264	238	10	US	PPH	
01-Abr-13	288	270	6	US	PPH	CAMBIAN BOMBA JET MISMO TIPO BOMBA SALE TAPONADA CON CAUCHOS. PRESENCIA DE ARENA DE FRACTURA Y CORROSION EN DIFUSOR
05-Abr-13	360	341	5	US	PPH	
11-Abr-13	264	259	2	US	PPH	
15-Abr-13	240	232	3	US	PPH	
18-Abr-13	240	230	4	US	PPH	
22-Abr-13	240	232	3	US	PPH	
24-Abr-13	216	199	8	US	PPH	
27-Abr-13	168	160	5	US	PPH	

28-Abr-13	168	160	5	US	PPH	CAMBIAN BOMBA JET MISMO TIPO BOMBA SALE TAPONADA CON CAUCHOS.
02-May-13	216	180	17	US	PPH	
03-May-13	216	200	8	US	PPH	

Tabla 4. 7: Historial de Producción del Pozo JAV602.

Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.

Realizado por: Darwin P. Molina M.

En el pozo JAV602, en el W.O. 14, se cambia la completación de bombeo mecánico porque la bomba subsuelo se encuentra atascada, el pozo opera con Rotaflex desde el 24-Junio-2012 hasta el 22-Noviembre -2012, este pozo tiene una completación híbrida, lo que hace posible que se evalúe el pozo con MTU.

#### 4.3 Historiales de Workover.

En esta parte revisaremos los historiales de Workover de los pozos seleccionados, se tomarán en cuenta los tres últimos Workovers realizados.

##### 4.3.1 Pozo EMI603.

A continuación se presenta los tres últimos Workovers realizados en este pozo:

##### ➤ W.O. No. 18: 13-Abr-2012.

**OBJETIVO:** TOMAR REGISTROS DE SATURACIÓN EN ZONAS DE INTERES ðHOLLÍNö, ðTö Y ðUö. DE ACUERDO A INTERPRETACIÓN REALIZAR SQZ. REPUNZONAR. EVALUAR. TOMAR BøUP. COMPLETAR DE ACUERDO A RESULTADOS.

- ✓ Sacan BHA de producción power oil en tbg de 3-1/2".
- ✓ Bajan BHA de limpieza. Circulan. Sacan.
- ✓ Corren registros de cementación de 9980ø hasta 8980ø y saturación en las arenas ðUö y ðTö4
- ✓ Realizan prueba de admisión y SQZ a la arena ðTö, OK.
- ✓ Realizan prueba de admisión a la arena ðUö, sin éxito,
- ✓ Repunzonan las arenas ðTö de 9830ø-9837ø y ðUö de 9562ø-9566, 9578ø-9582ø 9610ø-9616. Realizan evaluación con Jet- D-6. ðTö con TBR=0, BFPD=0, THE=9. ðUö con TBR=2218, BFPD=384, BSW=82%, THE=149.
- ✓ Realizan prueba de admisión a la arena ðHollínö, sin éxito.
- ✓ Repunzonan arena ðHollínö de 9965ø-9973ø Realizan evaluación con Jet-9A y elementos. TBR=1737, THE=178, THESE=64, THECE=114
- ✓ Se instala BHA para bombeo hidráulico.
- ✓ Retiran BOP. Instalan cabezal. Asientan empacaduras. Arman líneas. Prueban pozo:

FECHA	ZONA	METODO	BFPD	BSW	° API	Pc	Observaciones
15-Abr-2012	H	PPH	840	88	28	TK	Jet -10I+MTU

**OBSERVACIONES:** Trabajo satisfactorio.

Finaliza operaciones: 13-Abr-2012

➤ **W.O. No. 19:** 19-Jun-2012 .

**OBJETIVO:** CAMBIO DE COMPLETACIÓN POR PACKER DESASENTADO PARA EVALUAR SIN TORRE ARENAS "HOLLÍN", "T" Y "U" POR SEPARADO.

- ✓ Sacan conjunto TCP en tubería de 3 1/2" EUE (cañón 100% detonado).
- ✓ Bajan BHA de limpieza en tubería de 3 1/2" EUE clase "B"
- ✓ Bajan completación hidráulica en tubería de 3 1/2" EUE clase "B" con tres packers de 7"x 2 7/8", asientan a 9440', 9666' y 9831' respectivamente.
- ✓ Prueban producción de arena "Hollín" con bomba Jet D-7 (Cia. Trace Oil) y unidad de bombeo (MKP) al tanque de Rig:

BFPD=792; BPPD=95; BSW=88%; TBR=737;

THE=22, SAL=3900 PPM CL-

FECHA	ZONA	METODO	BFPD	BSW	° API	Pc	Observaciones
23-Jun-2012	H	PPH	576	68	28	TK	Jet 6D7 + C/BOMBA

**OBSERVACIONES:** Trabajo satisfactorio.

Finaliza operaciones: 19-Jun-2012.

➤ **W.O. No. 20:** 19-Mar-2013 .

**OBJETIVO:** CAMBIO DE COMPLETACIÓN DE BOMBEO MECÁNICO POR BOMBA ATASCADA.

- ✓ Desarmar cabezal, armar BOP, probar, si es necesario dar mantenimiento o cambiar cabezal para bombeo mecánico Rotaflex.
- ✓ Sacar completación de producción, chequear presencia de escala o corrosión y sólidos. Existe parte de la bomba mecánica de fondo como pescado @ +/-8400ø
- ✓ Bajar BHA de limpieza con broca y raspa tubos hasta 9980ø (CIBP @ 9981ø no topar), circular, limpiar y sacar.
- ✓ Bajar BHA de evaluación con MTU, con bomba JET 10J de Sertecpet.

Fecha	Zona	Método	BFPD	BSW	°API	Observaciones
19-mar-2013	H	PPH	760	90	27.2	Jet 10J + MTU

**OBSERVACIONES:** Trabajo satisfactorio.

Finaliza operaciones: 19-Mar-2013.

A continuación se presenta el diagrama de la última completación registrada en este pozo,  
Figura 4.1:



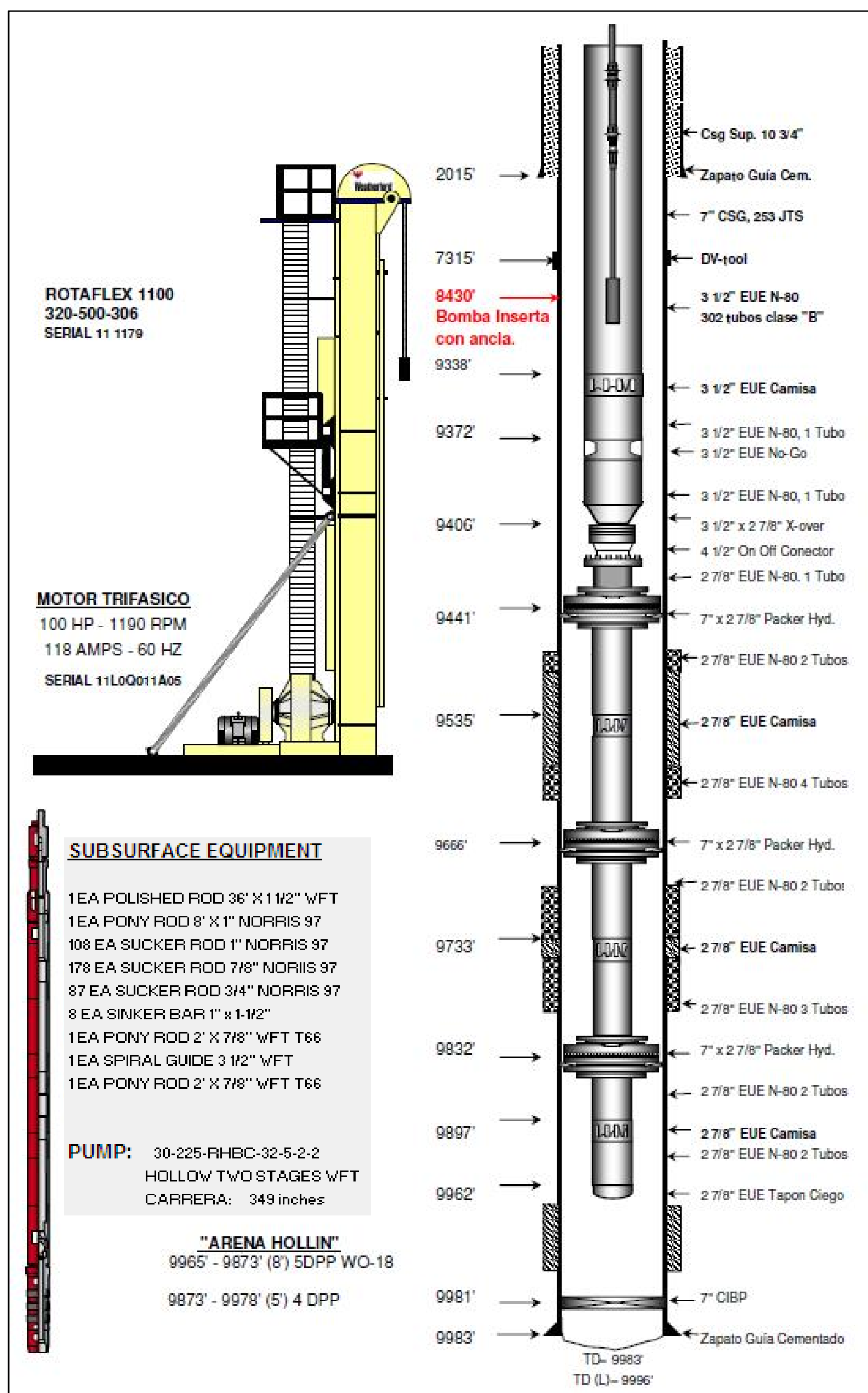


Figura 4. 1: Completación actual del Pozo EMI603.

Fuente: Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador.

#### 4.3.2 Pozo EMI614D.

➤ **Inicia Completación y Pruebas:** 31 ó Mar ó 2012.

**Fecha de Completación:** 11 de Junio de 2012

#### **INTERVALOS PERFORADOS:**

**Arena " Ts " @ 11 DPP** 10112ø ó 10122ø (10')

**Arena " Ti " @ 12 DPP** 10136ø ó 10146ø (10')

#### PRUEBAS INICIALES:

FECHA	ARENAS	METODO	BFPD	BPPD	BSW	API	PC	OBSERVACIONES
13-Abr-12	øTsö	PPH	336	181	46%	19	CTK	D-5
24-Abr-12	Ts	PPH	168	132	21%	-	CTK	D-5 (Repunzonado)
27-Jun-10	øTi+Tsö	PPH	240	36	85%	-	CTK	D-5

#### **Completación y Pruebas iniciales.**

- ✓ Corren registros a hueco revestido. Realizan registro de cemento CAST-CBL-MSG-GR-CCL desde 10370ø hasta 9550ø (820ø). Corren registros de porosidad Neutrón- Sónico Bipolar con GR-CCL-DNST-WSTT. Corren registro de saturación RMT
- ✓ Punzonan øTsö: 10112ø ó 10122ø (10ø) @ 5 DPP. Evalúan con elementos:
  - BFPD=336, BPPD=181, BSW=46%, THCE=70
- ✓ Repunzonan øTsö: 10112ø ó 10122ø (10ø) @ 6 DPP. Evalúan con elementos:
  - BFPD=192, BPPD=136, BSW=29%, THCE=123
- ✓ Punzonan øTiö: 10136ø ó 10146ø @ 6 DPP. Evalúan en conjunto (øTs + Tiö) con elementos de presión:
  - BFPD=240, BPPD=36, BSW=85%, THE=12
- ✓ Suspenden operaciones de completación y pruebas iniciales el 28 de abril de 2012.
- ✓ Reinician operaciones el 05 de junio de 2012
- ✓ Repunzonan øTiö: 10136ø ó 10146ø (10') @ 6 DPP
- ✓ Bajan completación hidráulica definitiva. Realizan Prueba de producción de øTi + Tsö. Finalizan operaciones el 12 de junio de 2012.
  - BFPD=384, BSW=100%, THE=20, TR=349

FECHA	ARENAS	METODO	BFPD	BPPD	BSW	API	PC	OBSERVACIONES
14-Jun-12	øTi+Tsö	PPH	384	0	100	-	CTK	D-6
17-Jun-12	øTi+Tsö	PPH	312	0	100	-	CTK	D-6

➤ **W.O No. 1:** **15-Nov-2012.**

**OBJETIVO:** AISLAR ARENA ðTiö, PUNZONAR ARENA ðUiö, EVALUAR POR SEPARADO ðUiö Y ðTsö, PRODUCIR MEJOR ZONA.

- ✓ Mover torre de reacondicionamiento a la locación. Realizar Tubing punch +/- 9820ø
- ✓ Controlar pozo con fluido especial de control. Retirar cabezal, instalar BOP, probar. Desasentar packer. Sacar completación definitiva en tubería de 3 ½ö.
- ✓ Bajar BHA de limpieza con broca y raspatubos para caising de 5ö en 2 7/8ö + 3 ½ö tubería. Hasta 10370ø (10377ø landing collar no topar). Circular, limpiar y sacar.
- ✓ Con unidad de cable eléctrico bajar tapón CIBP de 5ö, asentar a 10050ø
- ✓ Bajar cañones convencionales de 3 3/8ö con unidad de cable eléctrico y punzonar el siguiente intervalo para realizar SQZ a ðUiö: 9932øó 9936ø(4ø) @ 4DPP.
- ✓ Realización del SQZ a la arena ðUö, obtener presión de cierre, circular en reversa para sacar exceso de cemento.
- ✓ Bajar BHA molidor hasta 9850ø Esperar fraguado de cemento. Moler retenedor de cemento + cemento + CIBP. Bajar hasta 10370ø (10370ø landing collar no topar) circular, limpiar y sacar.
- ✓ Bajar cable eléctrico tapón CIBP de 5ö y asentar a 10130ø y con cañones convencionales de 3 3/8ö de alta penetración, se punzona el siguiente intervalo. ðUiö: 9916ø- 9930ø(14ø) @ 5 DPP.
- ✓ Bajar BHA de evaluación con RBP, R. Matic y C. packer. Para evaluar ðTsö, probar abrir camisa de circulación. Desplazar bomba Jet y evaluar de la siguiente manera:

<b>Arena</b>	<b>RBP</b>	<b>R. MATIC</b>	<b>C. PACKER</b>
Ts	Colgado	10070ø	9850ø

- ✓ Se baja BHA de evaluación.
- ✓ Se evalúa con MTU y bomba Jet 10J.

Fecha	Zona	Método	BFPD	BSW	°API	Observaciones
14-nov-2012	Ts	PPH	240	94	19	Jet 10J + MTU

En la Figura 4.2, tenemos el diagrama de completación del pozo EMI-14D.

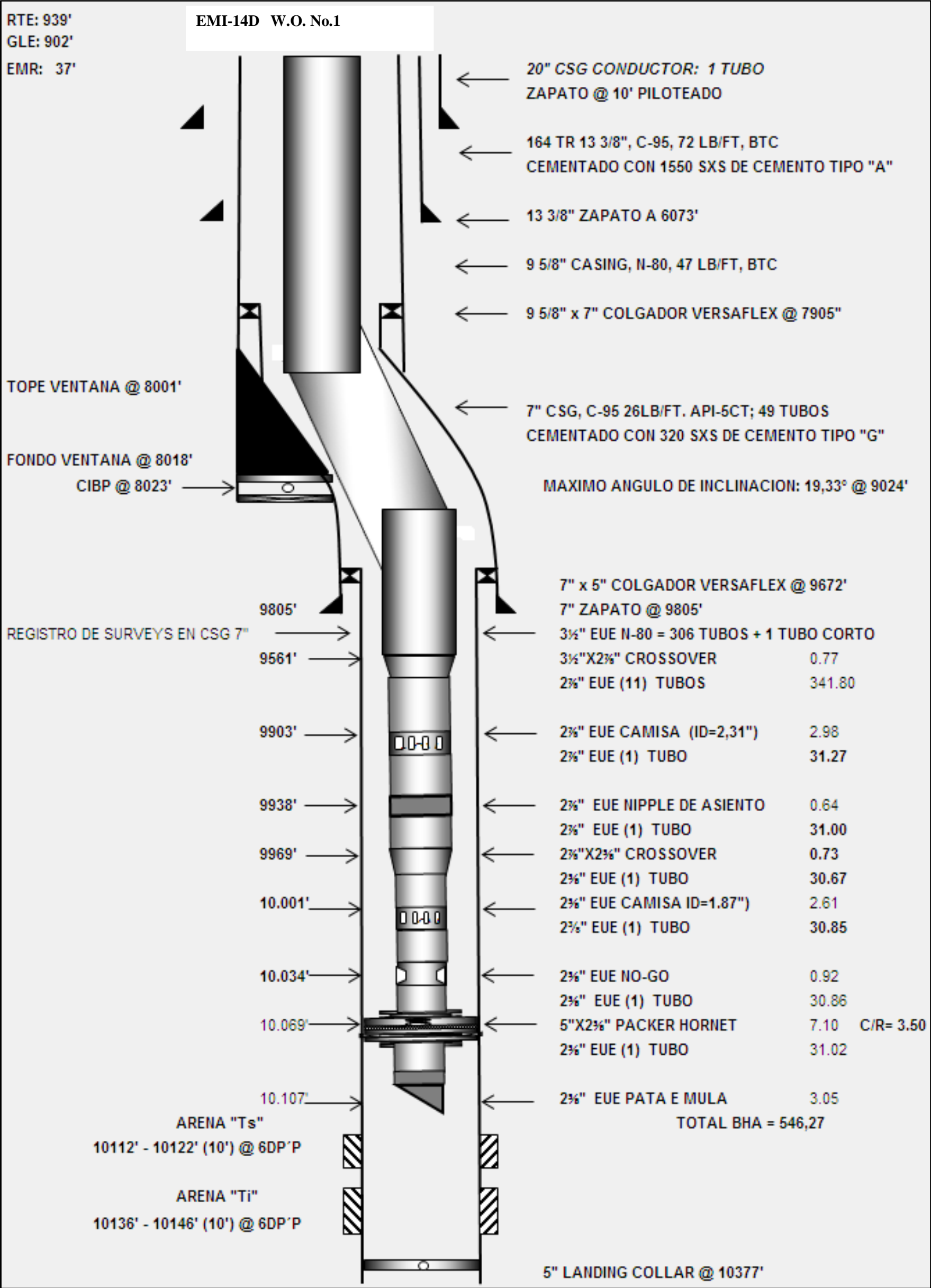


Figura 4. 2: Completación actual del Pozo EMI614D.

Fuente: Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador.

#### 4.3.3 Pozo EMI641D.

➤ **Inicia Completación y Pruebas:** 13 ó Ene ó 2010.

#### Intervalos perforados:

**Arena ðBTö 10212øó10224ø (12ø) @ 5DPP**

**10224ø 10226ø (2ø) SQZ**

**Arena ðU. Supö 10964øó10974ø (10ø) @ 5DPP**

**Arena ðH. Supö 11338øó11359ø (21ø) @ 5DPP**

#### Prueba oficial:

Prueba	Fecha	Zona	Método	BFPD	BPPD	BSW	SAL.	API	Pc	Observaciones
1	23-Dic-09	ðH.supö	PPH	264	156	41.0	4450	28.8	CTK	
2	30-Dic-09	ðU.supö	PPH	24	0	100	NR	NR	CTK	
3	04-Ene-10	ðBTö	PPH	720	713	1.0	NR	24.3	CTK	

- ✓ Toman registro de cemento Buen cemento en HS, Us, malo en BT.
- ✓ Punzonan de 10222ø-10226ø(4ø) a 4dpp para ZSQ. Realizan Sqz a BT.
- ✓ Punzonan con TCP HS de 11338-11359 (21ø) a 5dpp Evalúan con BøUP: BFPD=264,BPPD=156.BSW=41% , THE=78, Ps=3044, Pwf=664.
- ✓ Punzonan con TCP US de 10964-10974 (10ø) a 5dpp intentan evaluar sin éxito. Sacan TCP.
- ✓ Baján BHA de prueba evalúan BFPD=24,BSW=100% ,THE=20.
- ✓ Punzonan con TCP BT de 10212-10224 (10ø) a 5dpp Evalúan con BøUP: BFPD=724,BPPD=713,BSW=1% , THE=76, Ps=1775, Pwf=1338.
- ✓ Baján equipo BES 2 DN-1100.

PRUEBA	FECHA	ZONA	METODO	BPPD	BSW	° API	Pc	Observaciones
<b>Antes</b>								
<b>Después</b>	<b>16-Ene-10</b>	<b>ðBTö</b>	<b>PPS</b>	<b>684</b>	<b>4.0</b>	<b>24.3</b>	<b>90</b>	<b>Reda DN-1100</b>

**OBSERVACIONES:** Trabajo Exitoso.

➤ **W.O No. 1:** **25-Sep-2012.**

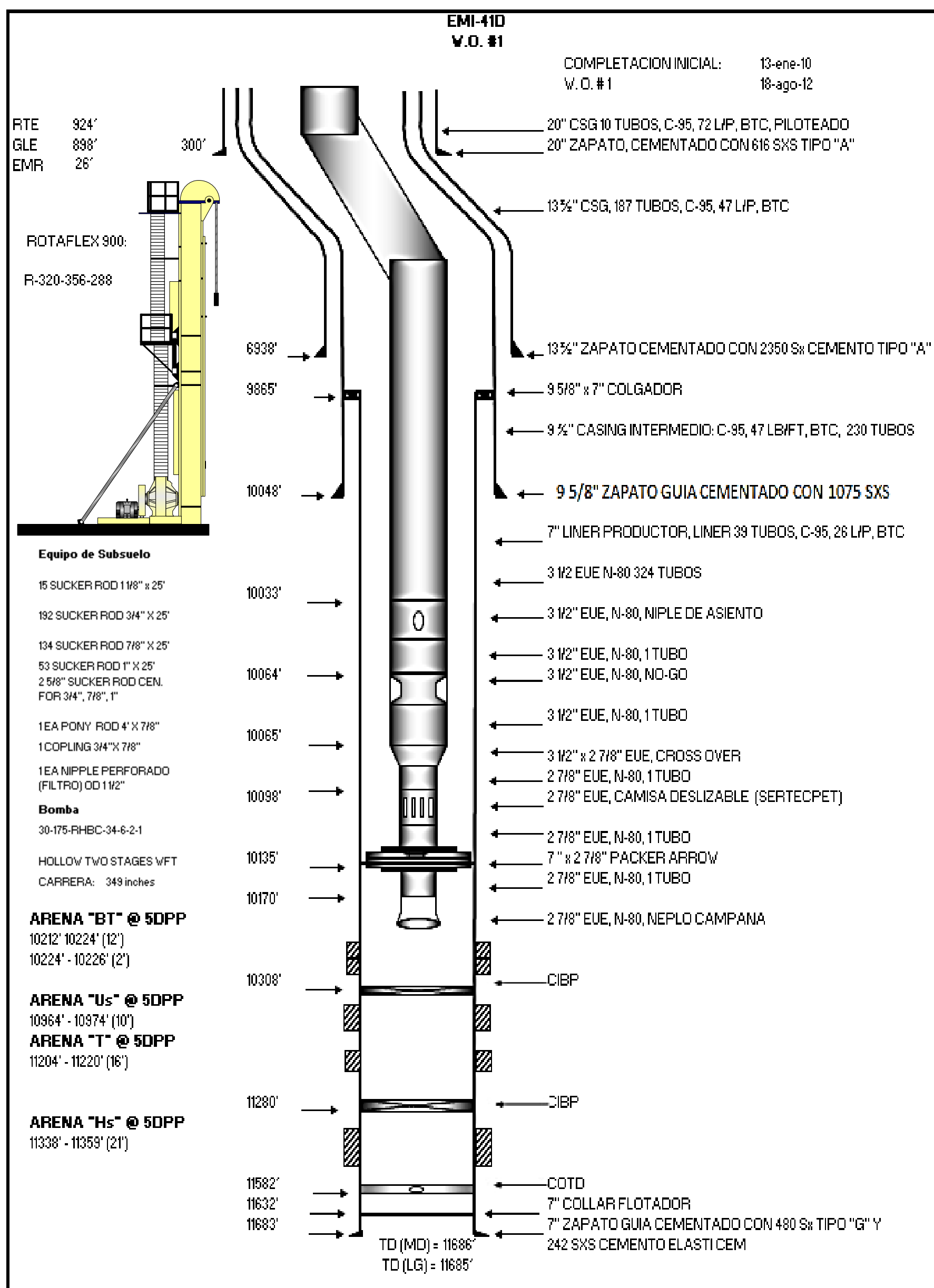
**OBJETIVO:** BAJAR COMPLETACIÓN PARA CAMBIO DE SISTEMA DE LEVANTAMIENTO DE BES A BOMBEO MECÁNICO.

- ✓ Mover torre de reacondicionamiento a la locación.
- ✓ Controlar pozo con fluido especial de control. Retirar cabezal, instalar BOP, probar.
- ✓ Sacar completación eletrosumergible, chequear presencia de escala, corrosión y daños mecánicos.
- ✓ Bajar BHA de limpieza con broca y scraper hasta 10295ø (CIBP @ 10300ø no topar). Circular con fluido especial. Sacar BHA de limpieza.
- ✓ Con unidad de cable eléctrico bajar cañones de 4 ½ø con cargas de alta penetración y repunzar el siguiente intervalo, Arena ðBTö 10212ø ó 10224ø (12ø) @ 5DPP.
- ✓ Bajar BHA de evaluación con R. Matic en tbg de 3 ½ø EUE, midiendo, calibrando y probando con 3000 Psi cada 20 paradas. Asentar packer a 10150ø Probar.
- ✓ Abrir camisa de circulación, desplazar bomba JET. Evaluar arena ðBTö a tanque en locación, si los resultados de evaluación no son satisfactorios realizar estimulación, según receta de compañía asignada. Evaluar.
- ✓ Reversar bomba Jet. Con unidad S/L recuperar std-valve de no-go de 3 ½ø @10116ø y cerrar camisa de circulación a 10084ø
- ✓ Bajar unidad de Coiled Tubing hasta +/- 10200ø Llenar espacio anular Tubing-Coiled Tubing. Realizar prueba de admisión con agua tratada ðBTö.
- ✓ Abrir válvula wing, desfogar presiones. Sacar CTU, desarmar equipo.
- ✓ Con S/L abrir camisa de circulación @ 10084ø desplazar bomba Jet. Desalojar ácido y evaluar con BøUP.
- ✓ Resultados poco satisfactorios luego de la estimulación matricial en la evaluación de la arena ðBTö, reversar bomba jet, controlar el pozo con fluido especial, desasentar packer JS2 de 7ø x 2-7/8ø @ 10150ø Sacar BHA de evaluación.
- ✓ Bajar BHA de limpieza en tubería de 3 ½ø midiendo, calibrando y probando con 3000 PSI cada 20 paradas hasta 11550ø Circular, limpiar y sacar.
- ✓ Bajar completación de evaluación de fondo en tubería de 3 ½ø, midiendo, calibrando y probando con 3000Psi cada 20 paradas.
- ✓ Con unidad de cable de acero abrir camisa de 3 ½ø, desplazar bomba jet para evaluar arena ðHsö al tanque bota en locación. La evaluación es negativa, se saca completación de fondo, se baja herramientas con cable eléctrico para tomar registro de saturación en zonas de interés.
- ✓ Bajar BHA de limpieza con broca y scraper en tubería de 3 ½ø hasta 11575ø (Landing Collar a +/- 11582ø). Circular, limpiar y sacar.
- ✓ Con unidad de cable eléctrico bajar tapón CIBP de 7ø y asentar @ +/- 11280ø
- ✓ Bajar cañones convencionales de 4 ½ø con unidad de cable eléctrico y punzonar el siguiente intervalo de la arena ðTö: 11204ø ó 11220ø(16ø) @ 5DPP.
- ✓ Bajar BHA de prueba con R-Matic y Compresion PKR: asentarlos @ 11100ø y 10100ø respectivamente. Probar packers. Abrir camisa de circulación y desplazar bomba jet para evaluar arena ðTö. como no se tienen resultados satisfactorios se realiza un SQZ y se repunzona arena ðBTö.
- ✓ Se controla el pozo con fluido especial, desasentar packers, se saca BHA de evaluación.
- ✓ Con unidad de cable eléctrico bajar y asentar CIBP @ 10310ø
- ✓ Se baja completación mecánica, midiendo calibrando y probando con 3000 Psi cada 20 paradas.
  - o 2 7/8ø EUE, N-80, Neplo Campana.
  - o 2 7/8ø EUE, N-80, 1 tubo.
  - o 2 7/8ø EUE, No-Go.
  - o 2 7/8ø EUE, N-80, 1 tubo.
  - o 7ø x 2 7/8ø Packer Arrow @ +/- 10150ø

- 2 7/8" EUE, N-80, 1 tubo.
- 2 7/8" EUE, Camisa Delizable.
- 2 7/8" EUE, N-80, 1 tubo.
- 3 1/2" x 2 7/8", EUE Cross Over.
- 3 1/2", EUE, N-80 1 tubo.
- 3 1/2", EUE, No-Go.
- 3 1/2", EUE, N-80 1 tubo.
- 3 1/2", EUE Niple de Asiento.
- 3 1/2", EUE, N-80 tubería hasta la superficie.
- ✓ Retirar BOP, instalar cabezal, asentar packers y probar completación, abrir camisa de producción de arena òBTò, desplazar bomba jet.
- ✓ Realizar prueba de producción por 6 horas estabilizadas.
- ✓ Fin de las operaciones.

FECHA	ZONA	METODO	BFPD	BSW	° API	Observaciones
26-sep-2012	BT	PPH	240	30	24	Jet -10I+MTU

A continuación en la Figura 4.3 tenemos el diagrama de completación del pozo EMI-41D:



**Figura 4. 3: Completación actual del Pozo EMI641D.**

*Fuente: Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador.*



#### 4.3.4 Pozo AZU015.

➤ **W.O No. 15:**                      **23-Abr-2012.**

**OBJETIVO:** MOLER CIBP A 9500' Y 9384'. REALIZAR SQUEEZE A "T inf", "U inf" + "U sup". PUNZONAR "T sup" y "U m". EVALUAR POR SEPARADO LAS ARENAS. COMPLETAR PARA BES.

- ✓ Sacan BES REDA - SLB DC-1100 en tubería de 3-1/2" SEC clase "A". Bomba superior: internamente con presencia de sólidos presenta rotura del eje en la parte superior.
- ✓ Muelen CIBPs a 9384ø y 9500ø
- ✓ **Suspenden Operaciones el 29 de Octubre del 2011 a las 18H00.**
- ✓ **Taladro Saxon-34, reinician operaciones el 07 de Febrero de 2012 a las 16H00.**
- ✓ Realizan pruebas de inyektividad a T inf, U inf y U sup; con BHA de prueba.
- ✓ Realizan Sqz a T inf con 100 sxs de cemento forzan 16 bls de cemento y 3 a cámara.
- ✓ Realizan Sqz a U inf + U sup con 162 sxs de cemento; forzando 23 bls a la formación y 6 en cámara.
- ✓ Muelen cemento y retenedores.
- ✓ Toman registros de cementación. Cemento OK.
- ✓ Punzonan con cable eléctrico los siguientes intervalos:
  - Arena " T sup ": 9573' - 9585' ( 12' ) a 5 DPP
  - Arena " U media ": 9401' - 9406' ( 5' ) a 5 DPP
  - Arena " U media ": 9393' - 9398' ( 5' ) a 5 DPP
- ✓ Evalúan Ts con jet D6 al tanque bota:
  - TBR = 504, BFPD = 288, BSW = 98%, BPPD = 6, THE = 58 Salinidad = 3700 ppm Cl-
- ✓ Evalúan Um con jet D6 al tanque bota:
  - TBR = 325, BFPD = 120, BSW = 100%, THE = 56, Salinidad = 4650 ppm Cl-
- ✓ Toman registro de saturación en los intervalos 9690ø a 9270ø
- ✓ Punzonan con cable eléctrico los siguientes intervalos:
  - Arena " U inf ": 9454' - 9462' ( 8' ) a 5 DPP
  - Arena " U sup ": 9328' - 9336' ( 8' ) a 5 DPP
- ✓ Bajan BHA de fondo para evaluar sin torre las arenas T y U
- ✓ **Suspenden operaciones el 28 de febrero de 2012**
- ✓ **Reinician operaciones el 24 de marzo de 2012**
- ✓ Desacoplan campana On Off. Sacan tubería con escala en parte interna. Limpian tubing con HCl al 34% acoplan al On Off. Evalúan Ts con bomba jet 10 j al tanque bota:
  - TBR = 2349, BFPD = 768, BSW = 89%, BPPD = 85, THE = 57, Salinidad = 12500 ppm Cl- Pwf = 2595 PSI
- ✓ Wire Line cierra camisa de 2-7/8" de " T sup " a 9586', abren camisa de " U inf " + " U media " a 9449'. Evalúan con bomba Jet 10J con elems a estación:
  - TBR = 1401, BFPD = 672, BSW = 86%, BPPD = 92, THE = 44, Salinidad = 8600 ppm Cl-
- ✓ Cierran 18 hrs para Bup Pwf = 1800 PSI

- ✓ Continúan evaluando con bomba 10J arenas U inf + U m.
  - TBR = 3795, BFPD = 552, BSW = 84%, BPPD = 88, THE = 132, Salinidad = 30000 ppm Cl-
- ✓ Cambian de zona a Us evalúan con MTU y bomba 10J a la estación:
  - TBR = 2040, BFPD = 360, BSW = 77%, BPPD = 83, THE = 103, Salinidad = 4000 ppm Cl-
- ✓ Recuperan Jet prueban completación hay comunicación sacan BHA de fondo, bajan Conjunto de limpieza bajan nuevo BHA de fondo. Reanudan evaluación de US con bomba 10J:
  - TBR = 666, BFPD = 312, BSW = 49%, BPPD = 159, THE = 45, SAL = 22800 ppm C
- ✓ Cierran pozo por 18 hrs. Pwf = 959 PSI; Pws = 1902 PSI
- ✓ Reanudan evaluación de Us
  - TBR = 1178, BFPD = 264, BSW = 11%, BPPD = 235, THE = 44
- ✓ Sacan BHA de fondo Asientan CIBP a 9374ø
- ✓ Baján BES Reda D460N (133+119 etapas) Motor 165 HP, 2075 Volt., 52.1 Amp prueban a la estación:
  - TBR = 144, BFPD = 576, BSW = 90%, BPPD = 58, Pc = 90, Hz = 52
  - Volt. = 1895, Amp. = 26, P intk = 1107, T intk = 235 ° F., T m = 260 ° F .THE = 6

	YACIMIENTO	FECHA	P.Cab PSI	P.Man PSI	P.Sep PSI	BFPD	BPPD	Salin Ppm- ClNa	Bsw %	Api 60° F	Tipo Bomba
ANTES	"U Sup."	10-oct-2011	BES OFF POR ATASCAMIENTO								
DESPUES	"U Sup."	30-abr-2011	90			196	137	24000	30		DN 6 460

➤ **W.O. No. 16: 256Junó2012.**

**OBJETIVO:** REPUNZONAR " U SUP". EVALUAR. DISEÑAR BES.

- ✓ Inician operaciones el 4-jun-2012 a las 16h00
- ✓ Sacan BES REDA - SLB DN-460 en tubería de 3-1/2" SEC clase "B". Con presencia de sedimentos.
- ✓ Con cañones convencionales repunzonan Us: 9328' - 9336' ( 8' ) a 5 DPP.
- ✓ Evalúan Us con bomba jet D6.
  - TBR = 1594, BFPD = 192, BSW = 9%, BPPD = 174, THE = 145 , Salinidad = 5500 ppm Cl-
  - Pwf=575 PSI
- ✓ Baján completación híbrida. Asientan Packer Arrow Set a 9284ø Prueban admisión sin éxito. Detectan comunicación. Intentan reasentar. Sin éxito.
- ✓ Baján nuevo BHA híbrido. Asientan Packer arrow a 9290ø Arman cabezal.
- ✓ Realizan Prueba de Producción de la arena " U sup " con jet 10 I al tanque.
  - TBR = 165, BFPD = 240, BSW = 53%, BPPD=112, THE = 16
- ✓ Finalizan operaciones el 25 de junio del 2012 a las 06:00 horas.

	YACIMIENTO	FECHA	P.Cab PSI	P.Man PSI	P.Sep PSI	BFPD	BPPD	Salin Ppm- ClNa	Bsw %	Api 60° F	Tipo Bomba
--	------------	-------	--------------	--------------	--------------	------	------	--------------------	----------	--------------	---------------

ANTES	"U Sup."	1-jun-12	BES OFF POR BAJO AISLAMIENTO DEL MOTOR								
DESPUES	"U Sup."	08-Ago-12				82	80	14250	2	26.1	Mecánica

➤ **W.O. No.17:08-Dic- 2012.**

**OBJETIVO:** REALIZAR FRACTURAMIENTO HIDRÁULICO ARENA US.

- ✓ Inician operaciones el 20-nov-2012
- ✓ Sacan varillas más bomba mecánica WTF 30-175 RHBC.
- ✓ Controlan pozo. WTF desasienta packer. Sacan completación para bombeo mecánico. Gomas de Packer salen dañadas.
- ✓ Bajan BHA de limpieza en tubería de 3-1/2" clase 8Bö hasta 9370ø Circulan. Sacan quebrando.
- ✓ Bajan tubería punta libre de 3-1/2ø EUE clase 8Aö hasta 9268ø Realizan tubing pickling con HCl al 15%.
- ✓ Baja BHA de fractura en tubing de 3-1/2ø EUE 8Bö hasta 9193ø BAKER asienta R-.matic a 9127ø
- ✓ SLB realiza DataFrac: Caudal= 20 BPM, Pres Máx.= 8425 psi, Pres Prom.= 3546 psi, HHP prom.= 1709,8, HHP Máx.= 2548.8, Vol. Bombeado= 100.7 Bls
- ✓ SLB realiza fracturamiento hidráulico arena Usup, intervalo 9328' -9336'.
- ✓ Se baja BHA de bombeo mecánico.

FECHA	ZONA	METODO	BFPD	BSW	° API	Observaciones
20-Dic-2012	Us	PPM	104	2	26	Opera Rotaflex

A continuación en la Figura 4.4, se muestra la completación del pozo AZU-15:

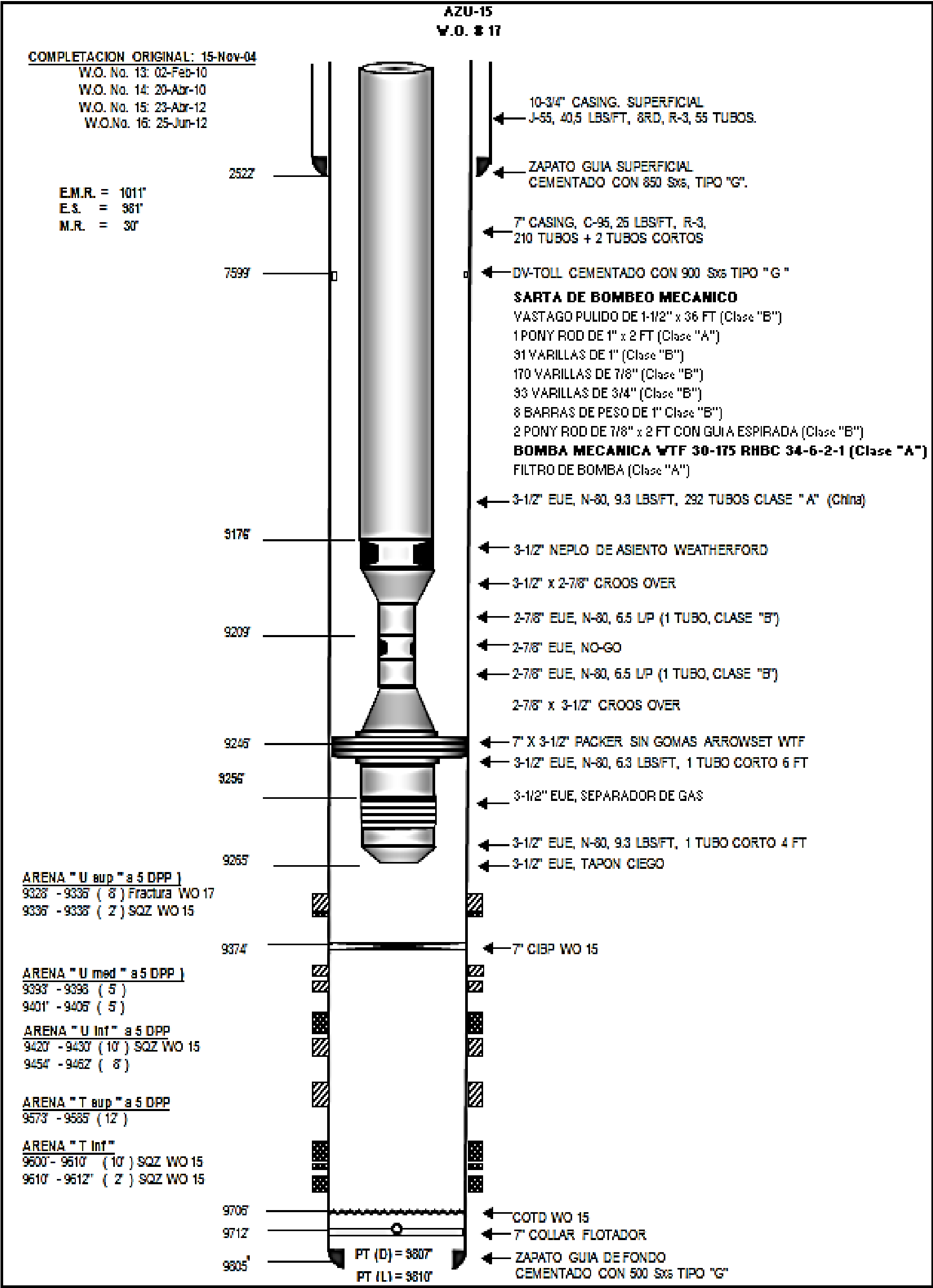


Figura 4. 4: Completación actual del Pozo AZU615.

Fuente: Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador.

#### 4.3.5 Pozo DAN009.

➤ **W.O. No.10:**                    **9-Jun-2011.**

**OBJETIVO:**    CAMBIO DE COMPLETACION POR COMUNICACIÓN TUBING- CASING.

- ✓ Controlan Pozo, desarman cabezal, Instalan BOP. Sacan tubing de 3-1/2" EUE. Técnico de Centrifuga saca equipo, giro de conjunto normal, no se observan problemas mecánicos ni eléctricos a simple vista.
- ✓ Bajan broca y scraper hasta 9168'. Cambian fluido del pozo. Sacan quebrando y chequeando (103 malos). Bajan NOGO con standing valve hasta 3092'. Sacan con registro electromagnético, salen 24 tubos malos.
- ✓ Técnico Centrifuga arma equipo BES con bomba P23XH6; motor 228 HP, 2305 v, 60 A. Arman conjunto de circulación sobre la BES. Bajan Tubing de 3 1/2" clase B hasta 4611'. Realizan empate de cable y continúan bajando hasta 8054', utilizan 256 protectores canon y 257 mid joints.
- ✓ Retiran BOP, instalan cabezal eléctrico, arman tubería de producción.
- ✓ Realizan prueba de producción. Finalizan operaciones el 09-Jun-2011 a la 17H00.

	YACIMIENTO	FECHA	P.Cab PSI	BFPD	BPPD	Salin Ppm-CINa	Bsw %	Api 60° F	Tipo Bomba
ANTES	NAPO 009	31-May-2011	BES OFF POR COMUNICACIÓN TBG-CSG						
DESPUES	NAPO 009	21-Jul-2011	30	1742	139	20450	92%	27	P23XH6

➤ **W.O. No. 11:**    **27-sep-2011.**

**OBJETIVO:**    CAMBIO DE COMPLETACION Y REPARAR BES.

- ✓ Controlan Pozo, desarman cabezal, Instalan BOP. Sacan tubing de 3-1/2" EUE. Técnico de Centrifuga saca equipo, giro de conjunto normal, armadura física con corrosión y golpes.
- ✓ Bajan broca y scraper hasta tbg se rompe. Quedan pescados 3699' de sarta.
- ✓ Pescan con overshot. Cambian tubo. Bajan BHA de limpieza a 9167' Circulan. Sacan quebrando.
- ✓ Técnico Centrifuga arma equipo BES con bomba P23XH6; motor 228 HP, 2305 v, 60 A. Arman conjunto de circulación sobre la BES. Bajan Tubing de 3 1/2" clase A hasta 8045' realizan empates a 3700', utilizan 250 protectores canon y 250 mid joints.
- ✓ Retiran BOP, instalan cabezal eléctrico, arman tubería de producción.
- ✓ Realizan prueba de producción. Finalizan operaciones el 27-sep-2011 a la 01H00.

	YACIMIENTO	FECHA	P.Cab PSI	BFPD	BPPD	Salin Ppm-CINa	Bsw %	Api 60° F	Tipo Bomba
--	------------	-------	-----------	------	------	----------------	-------	-----------	------------

ANTES	NAPO ðUiö	07-Sep-11	BES OFF POR POR COMUNICACIÓN TBG-CSG						
DESPUES	NAPO ðUiö	27-Sep-11	26	1819	146	18500	92%	27	P23XH6

➤ **W.O. No. 12: 28-sep-2012.**

**OBJETIVO: REPUNZONAR "T. INF" PUNZAR "T. SUP" EVALUAR, COMPLETAR DE ACUERDO A RESULTADOS.**

- ✓ Taladro SAXON - 55, inician operaciones el 27 de agosto del 2012 a las 00H00 Controlan pozo con fluido especial de 8,3 LPG. Desarman cabezal. Instalan BOP. Prueban OK.
- ✓ Sacan BES CENTRILIFT P23XH6 Baján BHA moledor, muelen restos del primer CIBP a segundo CIBP a 9341', no hay avance. Sacan
- ✓ Baján BHA moledor con junk mill de 6" en DP de 3-1/2" midiendo hasta 9341'. Circulan. Sacan
- ✓ SCHLUMBERGER toma registro USIT-CBL-VDL modo cemento. Buen cemento en zonas de interés SCHLUMBERGER baja cañones convencionales de 4-1/2" de alta penetración y repuzonan el siguiente intervalo:
  - Arena " T inf ": 9326' - 9335' ( 9' ) a 5 DPP
- ✓ Baján BHA de evaluación en tubería de 3-1/2". SERTECPET asienta PHD Packer a 9313' y C-Packer a 8995'. Prueban OK.
- ✓ PETROTECH Wire Line recupera St. valve de NO-GO a 8959', baja St. valve con elementos de presión de SERTECPET y abre camisa de 3-1/2" a 8925' SERTECPET desplaza bomba Jet 11L y evalúan " T inf " con elementos de presión y MTU SERTECPET al tanque:
  - TBR = 1370, BFPD = 1176, BSW = 89%, BPPD = 129, THE = 30, Salinidad = 7600 ppm Cl<sup>-</sup>
- ✓ Cierran pozo para restauración de presión por 10 horas
- ✓ Reversan bomba Jet 11L. Wire Line recupera St. valve con elementos desde NO-GO a 8959'
  - " T inf ": Pwf = 2285 PSI; Pws = 3521 PSI
- ✓ SCHLUMBERGER controla pozo con fluido especial. SERTECPET desasienta PHD Packer a 9313' y C-Packer a 8995'. Sacan BHA de evaluación SLB baja con cable y punzonan el siguiente intervalo:
  - Arena " T sup ": 9303' - 9318' ( 15' ) a 5 DPP
- ✓ Baján BHA de evaluación. Prueban OK. PETROTECH Wire Line recupera St. valve de NO-GO a 8941', baja St. valve con elementos de presión de SERTECPET y abre camisa de 3-1/2" a 8907' SERTECPET desplaza bomba Jet 11L y evalúan " T sup " con elementos de presión y MTU SERTECPET al tanque por 5 horas sin éxito. Reversan bomba Jet desde camisa. Wire Line recupera St. valve con elementos de presión. Desasientan
- ✓ PHD Packer a 9201' y C-Packer a 8975'. Sacan BHA de evaluación SCHLUMBERGER baja conjunto TCP en tubería de 3-1/2" midiendo. Correlacionan profundidad con CCL - GR. Asientan Packer a 8960'. Sueltan barra y punzonan el siguiente intervalo:
  - Arena " U med ": 9114' - 9124' ( 10' ) a 5 DPP

- ✓ Circulan. Wire Line cierra camisa de 3-1/2" a 8908'. Realizan Prueba de Admisión a " U med " con 1200 PSI a 0.48 GPM., presión cae a 0 PSI en 5.5 minutos. Sacan conjunto TCP SLB baja con cable eléctrico y asientan CIBP a 9106' SCHLUMBERGER baja cañones convencionales de 4-1/2" de alta penetración y punzonan el siguiente intervalo:
  - Arena " U sup ": 9057' - 9071' ( 14' ) a 5 DPP.
- ✓ Bajan tubería de 3-1/2" punta libre hasta 915'. ( 30 tubos ). Sacan quebrando Bajan BHA de evaluación en tubería de 3-1/2". SLUMBERGER asientan Packer mecánico STO-1 a 9030'. Prueban OK.
- ✓ Wire Line recupera St. valve Desplazan bomba Jet 12L e intentan evaluar arena " U sup " sin éxito. Reversan jet. Wire Line en dos corridas recupera elementos de presión y cierra camisa a 8962'. Realizan Prueba de Inyectividad a la arena " U sup " con 1200 PSI a 0.2 BPM, presión 200 PSI en 5 minutos. Wire Line abre camisa a 8962'. Circulan.
- ✓ SLB desasienta Packer STO-1 a 9030'. Sacan BHA de evaluación SLB baja con cable eléctrico y asientan CIBP a 9040'. SLB baja conjunto TCP en tubería de 3-1/2" midiendo. Correlacionan profundidad con CCL - GR con marca radioactiva. Asientan Packer STO-1. Prueban OK. Sueltan barra y punzonan el siguiente intervalo:
  - Arena " BT ": 8392' - 8398' (6') a 5 DPP
  - 8403' - 8410' (7') a 5 DPP
  - 8412' - 8420' (8') a 5 DPP
- ✓ No existe soplo.
- ✓ Wire Line recupera St. valve de NO-GO y asientan St. valve en NO-GO a 8292' acoplados elementos de presión. Desplazan bomba jet 11K Evalúan arena " BT " con bomba Jet 11K y elementos de presión SERTECPET al tanque en locación:
  - TBR = 144, BFPD = 144, BSW = 39.3%, BPPD =88, THE = 24
- ✓ Cierran pozo para restauración de presión por 12 horas Reversan bomba Jet 11K. Wire Line recupera elementos de presión desde NO-GO a 8292' y asientan St. valve en NO-GO.
  - " BT ": Pwf = 483 PSI; Pws = 818 PSI
- ✓ Controlan pozo con fluido especial. Intentan desasientan Packer STO-1 sin éxito. Wire Line recupera St. valve de NO-GO y cierran camisa a 8194'. Realizan Prueba de asentamiento de Packer OK. Desasientan Packer STO-1. Sacan conjunto TCP Bajan BHA de fractura en tubería de 3-1/2" midiendo. SCHLUMBERGER asienta Positrieve Packer a 8270'. Prueban OK. Wire Line recupera St. valve de NO-GO a 8241'. SCHLUMBERGER realiza mini FALL OFF - TEST a la arena " BT ":

CAUDAL BPM	3	5	7	10
Presión PSI	1917	2262	2750	3475

- ✓ Presión cae a 0 PSI en 1 minuto, con el bombeo de sal muera no se puede calcular en el simulador de SCHLUMBERGER la permeabilidad y la presión de reservorio debido a la rápida declinación por la alta permeabilidad
- ✓ SCHLUMBERGER DATA FRAC a la arena " BT ":

CAUDAL BPM	18	18
Presión PSI	1015	5462

- ✓ No se puede observar la presión de cierre de la fractura de la formación debido a que la presión cae a 0 PSI antes que se cierre la fractura

- ✓ SCHLUMBERGER FRACTURA HIRADRAULICA a la arena " BT ":

CAUDAL BPM	18
Presión PSI	4600

- ✓ Observan que comienza a incrementar la presión con pendiente de 90°. Presión máxima 5352 PSI Wire Line baja bloque impresor y topa arena a 7100'.
- ✓ Bajan BHA de evaluación. Asientan Packer mecánico STO-1 a 8270'. Prueban OK. Wire Line recupera St. Valve de NO-GO a 8274', asientan elementos de presión en NO-GO y abre camisa a 8198'. Prueban OK. SERTECPET desplaza bomba Jet 11 K hasta camisa y evalúan arena " BT " con elementos de presión y MTU SERTECPET al tanque:
  - TBR = 1029, BFPD = 360, BSW = 85%, BPPD = 54, THE = 80
- ✓ Cierran pozo para restauración de presión por 14 horas Recuperan St. valve y bajan con elementos de presión hasta NO-GO. Desplazan bomba Jet 10J hasta camisa a 9198'
  - " BT ": Pwf = 566 PSI; Pws = 746 PSI
- ✓ SERTECPET evalúa arena " BT " con elementos, Jet 10J y MTU al tanque:
  - TBR = 1167, BFPD = 192, BSW = 100%, THE = 4.5, Salinidad = 7500 ppm Cl<sup>-</sup>
- ✓ Cierran pozo para restauración de presión por 10 horas Reversan Jet. Wire Line recupera elementos de presión desde NO-GO y asienta St. valve en NO-GO a 8274' SCHLUMBERGER controla pozo con fluido especial. Sacan BHA de evaluación.
- ✓ Bajan completación definitiva para bombeo mecánico.
- ✓ Finalizan operaciones el 28 de septiembre del 2012 a las 04H00.

FECHA	ZONA	METODO	BFPD	BSW	° API	Observaciones
26-sep-2012	BT	PPH	192	100	21,6	Jet -10J+MTU

A continuación tenemos el diagrama de la última completación del pozo DAN-09, en la Figura 4.5:



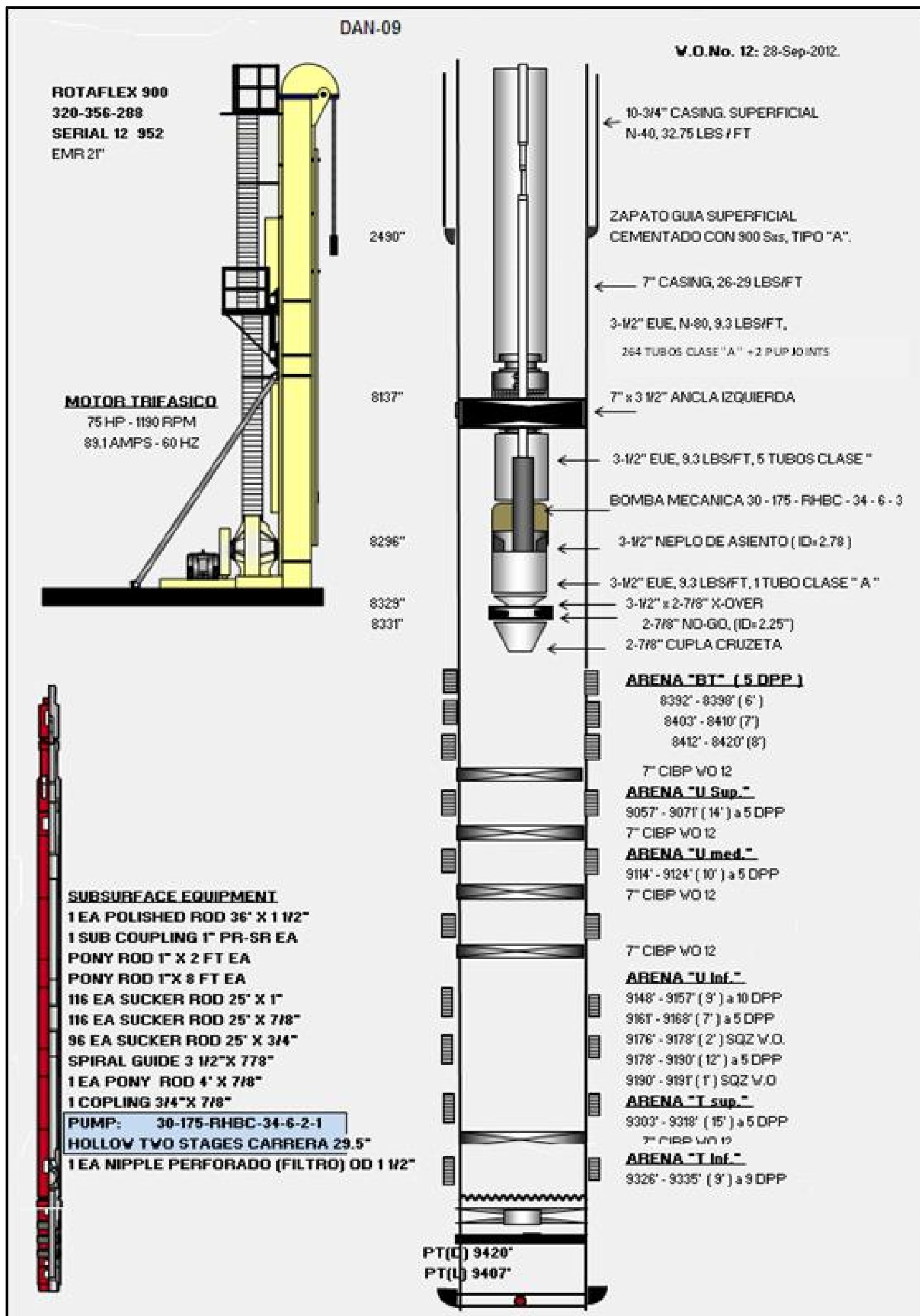


Figura 4. 5: Completación actual del Pozo DAN-09.

Fuente: Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador.

#### 4.3.6 Pozo JAV602.

➤ **W.O. No. 12:29-may-2012.**

**OBJETIVO:** CAMBIO DE COMPLETACIÓN POR COMUNICACIÓN TUBING - CASING

- ✓ Rig TRIBOILGAS ó 101, inician operaciones el 26 de mayo de 2012
- ✓ Sacan completación híbrida en tubing 3-1/2" EUE;
- ✓ Bajan completación híbrida (mecánica-hidráulica) similar a la anterior hasta 8860'
- ✓ Prueban Us con bomba Jet
  - TBR = 111, BFPD = 504, BSW = 90%, BPPD = 214
- ✓ Finalizan operaciones el 29 de mayo del 2012.

PRUEBA	FECHA	ARENA	BPPD	BSW	°API	METODO
ANTES	20-may-12	ø Us ø	41	14	30	PPH
	21-may-12	ø Us ø	Comunicación TBG CSG			
DESPUES	31-may-12	ø Us ø	203	1	30	PPM

➤ **W.O. No. 13: 27-dic-2012.**

**OBJETIVO:** REALIZAR FRACTURAMIENTO ARENA øUSUPö.

- ✓ Inicia operaciones el 27 de diciembre de 2012 a las 18H00.
- ✓ Sacan varillas y bomba mecánica en buen estado
- ✓ Desasientan packer. Sacan completación mecánica. Tubing sale en buen estado.
- ✓ Bajan BHA de limpieza hasta 8920' Circulan. Sacan.
- ✓ Bajan BHA de evaluación. Evalúan øUsupö. BFPD=144, BSW=21%, BPPD=114, HE=6
- ✓ Cierran pozo para BUILD UP por 20 horas. PWF=225 PSI, PWE=995 PSI
- ✓ Evalúan øUsupö. BFPD=120, BSW=18%, BPPD=98, HE=101.
- ✓ Bajan BHA de fracturamiento. Realizan fracturamiento hidráulico arena øUsö. Volumen arena = 20912 lbs. a la formación=20069 lbs.
- ✓ Bajan BHA de evaluación BFPD=72, BSW=90%, BPPD=7. HE c/ele=21. Recuperan elementos
- ✓ Continúan evaluando arena øUsö. BFPD=528, BSW=17, BPPD=438, HE=66.
- ✓ Sacan BHA de evaluación. Bajan completación mecánica con ancla.
- ✓ Bajan varillas y bomba mecánica.
- ✓ Finalizar operaciones 27 diciembre de 2012 a las 18H00.

➤ **W.O. No.14:**                      **24-Mar-2013.**

**OBJETIVO:**                      CAMBIO DE COMPLETACIÓN PPM POR BOMBA MECÁNICA ATASCADA.

- ✓ Inicia operaciones el 17 de Marzo de 2013 a las 11H00.
- ✓ Controlan pozo con fluido especial. Tensionan hasta 38000 lbs intentan desasentar varillas sin éxito. realizan back off de varillas OK. Sacan varillas de bombeo mecánico quebrando al piso. recuperan toda la sarta. Bomba mecánica no se desasienta.
- ✓ Sacan BHA de bombeo mecánico en tubería de 3-1/2". Recuperan herramientas. Bajan BHA de limpieza hasta 8858ø Circulan. Sacan. Bajan Completación Híbrida con Packer Mecánico Arrow Set-1 de 7" x 2-7/8" y Neplo de Asiento de 3-1/2" en tubería de 3-1/2" clase 8Bö. Cia Sertecpet evalúan con MTU al tanque bota en locacion Arena "Us" . Bajo aporte BFPD=10, BIPD=3048, BSW=100%, THE=14hrs.
- ✓ Realizan prueba de producción al tanque bota en locación. Pozo no aporta. Prueban completación Híbrida. Chequean asentamiento de Packer con 600psi OK. Prueban tubing con 3000 PSI durante 5 minutos OK. Dejan abierta camisa de circulación de 2-7/8 x 2,31 @ 8752'
- ✓ Finalizan Operaciones el 24 de marzo de 2013 a las 18H00.

A continuación tenemos el diagrama de la última completación del pozo JAV-02, en la Figura 4.6:

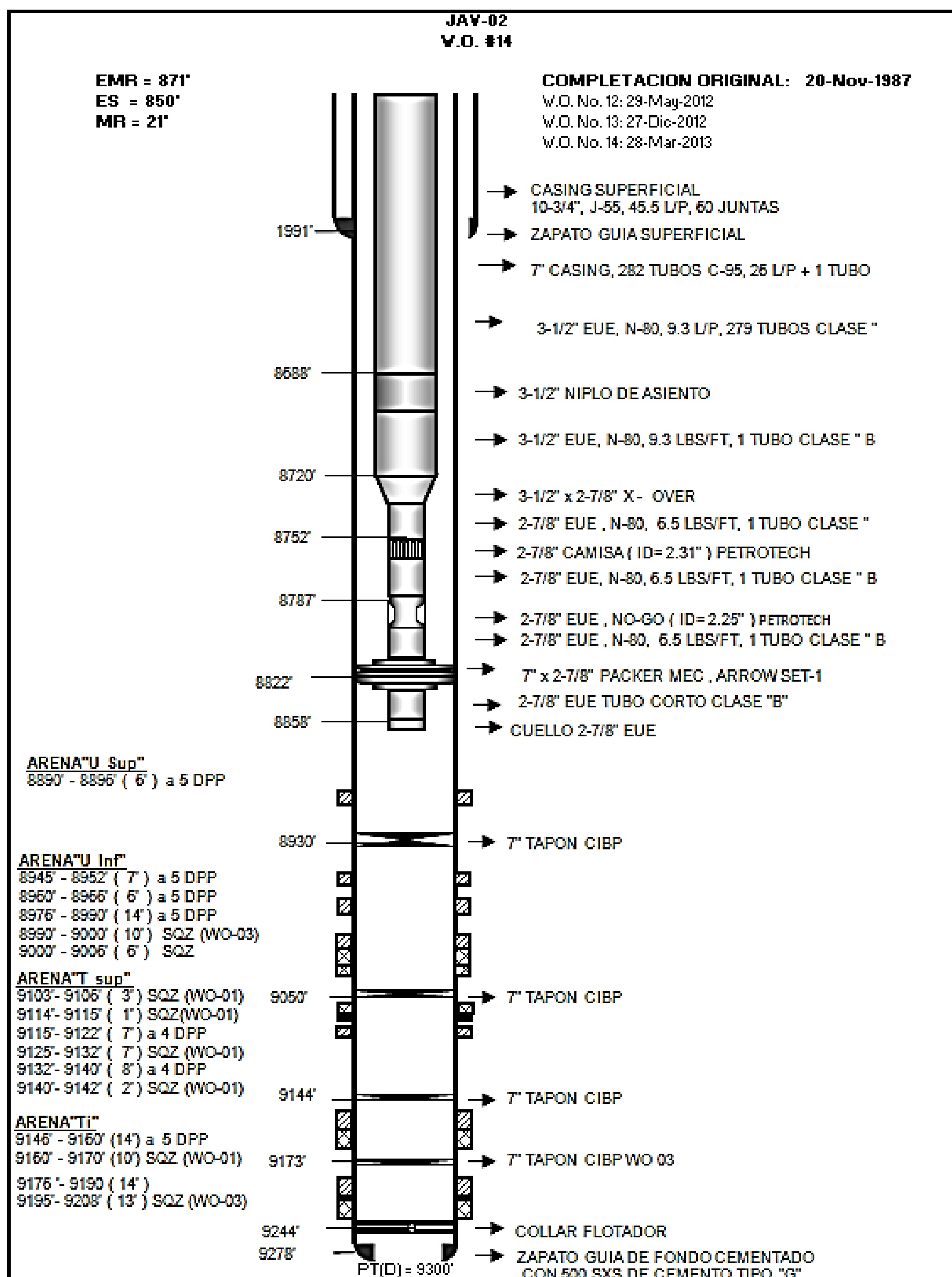


Figura 4. 6: Completación actual del Pozo JAV-02.

Fuente: Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador.

#### 4.3.7 Análisis del estado mecánico actual de los pozos seleccionados.

La recopilación de los diagramas, donde se evidencia el estado mecánico actual de los pozos se realizó del 28 ó Mayo ó 2013 hasta el 05 ó Junio ó 2013.

En la Figura 4.1 observamos la completación del pozo EMI-03, se puede notar las características del Rotaflex instalado, la bomba de subsuelo y toda la información de la completación que detalla la tabla 4.8:

Descripción	Observaciones
<b>CASING</b>	
Casing Superficial 10 3/4"	Hasta 2015' (zapato guía de cemento)
Causing 7"	253 Joints.
DV-Tool	7315'
Zapato guía de cemento	9983'
<b>BHA DE FONDO</b>	
3 1/2" EUE N-80	302 tubos clase "B", (completación de fondo) hasta 9338'.
Bomba insert con ancla	8430'
3 1/2" EUE Camisa	9338'
3 1/2" EUE N-80	1 tubo
3 1/2" EUE No-Go	9372'
3 1/2" EUE N-80	1 tubo
3 1/2" x 2 7/8" X-Over	9400'
4 1/2" On Off	Conector
2 7/8" EUE N-80	1 tubo
7" x 2 7/8" Packer Hyd.	9441'
2 7/8" EUE N-80	2 tubos
2 7/8" EUE Camisa	9535'
2 7/8" EUE N-80	4 tubos
7" x 2 7/8" Packer Hyd.	9666'
2 7/8" EUE N-80	2 tubos
2 7/8" EUE Camisa	9733'
2 7/8" EUE N-80	3 tubos
7" x 2 7/8" Packer Hyd.	9832'
2 7/8" EUE N-80	2 tubos
2 7/8" EUE Camisa	9897'
2 7/8" EUE N-80	2 tubos
2 7/8" EUE Tapón Ciego	9962'
7" CIBP	9981'

**Tabla 4. 8: Características del BHA y Casing, Pozo EMI-03.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

*Realizado por: Darwin P. Molina M.*

En la tabla 4.9, tenemos las características del equipo de superficie y de subsuelo instalado en el pozo:

Equipo de Superficie	Equipo de Subsuelo
ROTAFLEX 1100: R-320-500-306	1 EA POLISHED ROD 36' X 1 1/2" WFT
WELL PILOT: VSD 125 HP / RPOC	1 EA PONY ROD 8' X 1" NORRIS 97
MOTOR: Eléctrico Nema B - Trifásico	108 EA SUCKER ROD 1" NORRIS 97
<b>Bomba</b>	178 EA SUCKER ROD 7/8" NORRIS 97
30-225-RHBC-32-5-2-2	87 EA SUCKER ROD 3/4" NORRIS 97
HOLLOW TWO STAGES WFT	8 EA SINKER BAR 1" x 1-1/2"
CARRERA: 349"	1 EA PONY ROD 2' X 7/8" WFT T66
	1 EA SPIRAL GUIDE 3 1/2" WFT
	1 EA PONY ROD 2' X 7/8" WFT T66

**Tabla 4. 9: Características del equipo de superficie y de fondo, Pozo EMI-03.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

*Realizado por: Darwin P. Molina M.*

De la misma manera en la Figura 4.2 tenemos el diagrama de completación del pozo EMI-14D, esta es una completación híbrida, este pozo se encuentra cerrado por bajo aporte, no se realizó la instalación del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex, en la tabla 4.10 tenemos las características del BHA de fondo, y del Casing:

Descripción	Observaciones
<b>CASING</b>	
20" Casing Conductor	1 tubo, Zapato @ 10' piloteado
13 3/8", C-95, 72 Lb/Ft, BTC	164 tubos, cementado con 1550 sacos tipo "A"
13 3/8" Zapato	6073'
9 5/8" Casing, N-80, 47 LB/FT,BTC	Casing
9 5/8" x 7" Colgador versaflex	7905'
7" Casing, C-95, 26 Lb/Ft, API-5CT	49 tubos, cementado con 320 sacos de cemento tipo "G"
7" x 5" Colgador versaflex	9672"
7" Zapato	9805'
<b>BHA DE FONDO</b>	
3 1/2" EUE, N-80	306 tubos + 1 tubo corto (completación)
3 1/2" x 2 7/8" Cross Over	9561'
2 7/8" EUE	11 tubos
2 7/8" EUE Camisa ID=2,31"	9903'
2 7/8" EUE	1 tubo
2 7/8" EUE NIPPLE DE ASIENTO	9938'
2 7/8" EUE	1 tubo

2 7/8" X 2 3/8" Cross Over	9969'
2 3/8" EUE	1 tubo
2 3/8" EUE Camisa ID=1,87"	10001'
2 3/8" EUE	1 tubo
3 3/8" EUE No-Go	10034'
2 3/8" EUE	1 tubo
5" x 2 3/8" Packer Hornet	10069'
2 3/8" EUE	1 tubo
2 3/8" EUE Pata de Mula	10107'

**Tabla 4. 10: Características del BHA y Casing, Pozo EMI-14D.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

*Realizado por: Darwin P. Molina M.*

Luego en la Figura 4.3 se presenta el diagrama de completación del pozo EMI-41D, esta es una completación híbrida ya que posee una camisa y un niple de asiento, actualmente este pozo trabaja con bombeo mecánico con Rotaflex, las características del BHA y Casing se encuentra en la tabla 4.11:

Descripción	Observaciones
<b>CASING</b>	
20" Casing	10 tubos, C-95, 72L/P,BTC, Piloteado
20" Zapato	A 300', cementado con 616 sxs de cemento tipo "A"
13 x/x" Casing	187 tubos, C-95, 47 L/F. BTC
13 x/x" Zapato	Cementado con 2350 sxs cemento tipo "A", a 6938'
9 5/8" x 7" Colgador	9865'
9 x/x" Casing Intermedio	C-95, 47 L/P, BTC, 230 tubos.
9 5/8" Zapato guía	Cementado con 1075 sxs cemento tipo "G", a 10048'
7" Liner Productor	Liner 39 Tubos, C-95, 26 L/P,BTC-
7" Collar Flotador	11632'
7" Zapato Guía	Cementado con 480 sxs de cemento tipo "G" y 242 sxs cemento elasti cem
<b>BHA DE FONDO</b>	
3 1/2" EUE, N-80	324 tubos (completación)
3 1/2" EUE, N-80 Niple de Asiento	10033'
3 1/2" EUE, N-80	1 tubo
3 1/2" EUE, N-80, No-Go	10064'
3 1/2" EUE, N-80	1 tubo
3 1/2" x 2 7/8", EUE Cross Over	10065'
2 7/8", EUE N-80	1 tubo
2 7/8", EUE Canisa Deslizable	10098'
2 7/8", EUE N-80	1 tubo
7" x 2 7/8" Packer Arrow	10135'

2 7/8", EUE N-80	1 tubo
2 7/8", EUE N-80, Neplo Campana	10170'
CIBP	10308'
CIBP	11280'
COTD	11582'

**Tabla 4. 11: Características del BHA y Casing, Pozo EMI-41D.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

*Realizado por: Darwin P. Molina M.*

En la tabla 4.12, tenemos las características del equipo de superficie y de subsuelo instalado en el pozo:

<b>Equipo de Superficie</b>	<b>Equipo de Subsuelo</b>
ROTAFLEX 900: R-320-356-288	15 SUCKER ROD 1 1/8" x 25'
WELL PILOT: VSD 125 HP / RPOC	192 SUCKER ROD 3/4" X 25'
MOTOR: Electrico Nema B - Trifasico	134 SUCKER ROD 7/8" X 25'
<b>Bomba</b>	53 SUCKER ROD 1" X 25'
30-175-RHBC-34-6-2-1	2 5/8" SUCKER ROD CEN. FOR 3/4", 7/8", 1"
HOLLOW TWO STAGES WFT	1 EA PONY ROD 4' X 7/8"
CARRERA: 259ö	1 COPLING 3/4"X 7/8"
	1 EA NIPPLE PERFORADO (FILTRO) OD 1 1/2"

**Tabla 4. 12: Características del equipo de superficie y de fondo, Pozo EMI-41D.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

*Realizado por: Darwin P. Molina M.*

En la Figura 4.4 miramos el diagrama de completación del pozo AZU-15, vemos que se encuentra bajada la completación de bombeo mecánico, este pozo se encuentra en espera de Workover, ya que la bomba mecánica de subsuelo se encuentra atascada, en la tabla 4.13 encontramos las características del BHA y del Casing.

<b>Descripción</b>	<b>Observaciones</b>
<b>CASING</b>	
10 3/4" J-55, 40,5 Lbs/Ft, 8RD, R-3	Casing Superficial 55 tubos.
Zapato Guía Superficial	A 2522", cementado con 850sxs, tipo "G"
7" Casing, C-95, 26 Lbs/Ft, R-3	210 tubos + 2 tubos cortos
DV-TOOL	Cementado con 900sxs tipo "G", 7599'
7" Collar flotador	9712"
Zapato Guía de Fondo	Cementado con 500sxs tipo "G", 9805'



<b>BHA DE FONDO</b>	
3 1/2" EUE, N-80, 9,3 Lbs/Ft	292 tubos clase "A"(completación)
3 1/2" EUE, N-80 Niple de Asiento Weatherford	9176'
3 1/2" x 2 7/8", Cross Over	
2 7/8" EUE, N-80, 6,5 Lbs/Ft	1 tubo clase "B"
2 7/8" EUE, No-Go	
	9209'
2 7/8" EUE, N-80, 6,5 Lbs/Ft	1 tubo clase "B"
2 7/8" x 3 1/2"Cross Over	
7" x 3 1/2" Packer sin gomas Arrowset WTF	9245'
3 1/2" EUE, N-80, 6,3 Lbs/Ft	1 tubo corto 6'
3 1/2" EUE, Separador de Gas	9256'
3 1/2" EUE, N-80, 9,3 Lbs/Ft	1 tubo corto 4'
3 1/2" EUE, Tapón Ciego	9265'
CIBP W.O. 15	9374'

**Tabla 4. 13:Características del BHA y Casing, Pozo AZU-15.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

*Realizado por: Darwin P. Molina M.*

La Figura 4.5 muestra la completación del pozo DAN-09, este pozo trabaja actualmente con bombeo mecánico con Rotaflex, podemos observar todos los componentes que están en este pozo, las características del BHA y Casing las presentamos en la tabla 4.14:

Descripción	Observaciones
<b>CASING</b>	
10 3/4" N-40, 32,75 Lbs/Ft	Casing Superficial
Zapato Guía Superficial	2490', cementado con 900 sxs, tipo "A"
7" Casing	26 - 29 Lbs/Ft
7" Collar Flotador	9380'
Zapato Guía de Fondo	9414", cementado con 600sxs Tipo "G"
<b>BHA DE FONDO</b>	
3 1/2" EUE,N-80, 9,3 Lbs/Ft	264 tubos clase "A" + 2 pup joints
7" x 3 1/2" Ancla izquierda	8137'
3 1/2"EUE, 9,3 Lbs/Ft	5 tubos clase "A"
3 1/2" Neplo de Asiento (ID=2,78")	8296"
3 1/2"EUE, 9,3 Lbs/Ft	1 tubo clase "A"
3 1/2" x 2 7/8" X-Over	8329'
2 7/8" No-Go	ID=2,25"
2 7/8" Cupla Cruzeta	8331'

**Tabla 4. 14:Características del BHA y Casing, Pozo DAN-09.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

*Realizado por: Darwin P. Molina M.*

En la tabla 4.15, tenemos las características del equipo de superficie y de subsuelo instalado en el pozo:

Equipo de Superficie	Equipo de Subsuelo
ROTAFLEX 900: R-320-356-288	1 EA POLISHED ROD 36' X 1 1/2"
WELL PILOT: VSD 125 HP / RPOC	1 SUB COUPLING 1" PR-SR EA
MOTOR: Trifásico 75 HP-1190RPM	PONY ROD 1" X 2 FT EA
<b>Bomba</b>	PONY ROD 1"X 8 FT EA
30-175-RHBC-34-6-2-1	116 EA SUCKER ROD 25' X 1"
HOLLOW TWO STAGES WFT	116 EA SUCKER ROD 25' X 7/8"
CARRERA: 295"	96 EA SUCKER ROD 25' X 3/4"
	SPIRAL GUIDE 3 1/2"X 7/8"
	1 EA PONY ROD 4' X 7/8"
	1 COPLING 3/4"X 7/8"
	1 EA NIPPLE PERFORADO (FILTRO) OD 1 1/2"

**Tabla 4. 15: Características del equipo de superficie y de fondo, Pozo DAN-09.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

*Realizado por: Darwin P. Molina M.*

En la Figura 4.6 tenemos el diagrama de completación del pozo JAV-02, este pozo muestra una completación híbrida, actualmente se lo está evaluando, en la tabla 4.16 tenemos las características del BHA y Casing:

Descripción	Observaciones
<b>CASING</b>	
10 3/4" J-55, 45,5 Lbs/Ft	Casing Superficial, 60 juntas
Zapato Guía Superficial	1991'
7" Casing, C-95, 25 Lbs/Ft	282 tubos + 1 tubo
7" Collar Flotador	9244'
Zapato Guía de Fondo	9278', cementado con 500sxs Tipo "G"
<b>BHA DE FONDO</b>	
3 1/2" EUE,N-80, 9,3 Lbs/Ft	279 tubos clase "B"
3 1/2" Neplo de Asiento	8688'
3 1/2" EUE,N-80, 9,3 Lbs/Ft	1 tubo clase "B"
3 1/2" x 2 7/8" X-Over	8720'
2 7/8" EUE, N-80, 5,5 Lbs/Ft	1 tubo clase "B"
2 7/8" Camisa (ID=2,31")	8752'
2 7/8" EUE, N-80, 5,5 Lbs/Ft	1 tubo clase "B"
2 7/8" EUE, No-Go (ID=2,25")	8787'
2 7/8" EUE, N-80, 5,5 Lbs/Ft	1 tubo clase "B"
7" x 2 7/8" Packer Mec. Arrow Set-1	8822'
2 7/8" EUE	1 tubo corto clase "B"
Cuello 2 7/8"	8858'
7" Tapón CIBP	8930'

**Tabla 4. 16: Características del BHA y Casing, Pozo JAV-02.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

*Realizado por: Darwin P. Molina M.*

En el siguiente capítulo se hace el análisis técnico de los equipos instalados y que están funcionando en los pozos que han sido seleccionados para el presente estudio.

## CAPÍTULO V

### 5. ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO.

En este capítulo revisaremos las propuestas técnicas presentadas para la instalación del Sistema de Bombeo Mecánico con Rotaflex, revisaremos los problemas presentados en los sistemas durante su operación y su estado actual.

#### 5.1 Análisis Técnico del Bombeo Mecánico con Rotaflex.

##### 5.1.1 Propuestas Técnicas Presentadas.

###### 5.1.1.1 Pozo EMI-03.

Esta propuesta fue presentada el 10 ó Julio ó 2012, en las siguientes condiciones de pozo (Tabla 5.1):

Trayectoria:			Vertical.		Arena:		"H"		
Profundidad Total (FT):				Punzados:		Profundidad de Bomba (FT):			
9983				9965 - 9978		9300			
Sumergencia (FT)				Presión en Línea (PSI)		Presión de Casing (PSI):			
Actual:		Proyectado:	8961	100		50			
Diámetro del Tubing:			Diámetro del Casing:		Descripción del Levantamiento Actual				
3-1/2" EUE, N-80, 9,3#/FT			7" N-80, 26 L/P, BTC						
Producción Actual (BFPD):		Producción Proyectada (BFPD):		Corte de Agua:	Sólidos Abrasivos (Arena):	GOR:		Viscosidad Total Fluido:	Salinidad:
450		456		70%					
Gravedad API:			Temperatura de Fondo (°F):		Agua S.G.:		CO2:		SH2:
27,2			234		1				
Datos de Build Up (2002/01/13)									
Pws (PSI):		Pwf (PSI):		Pb (PSI):	BFPD	IPR			
4059		2877		102	1728	1,46 (BF/D/PSI)			

**Tabla 5. 1: Condiciones del Pozo EMI-03.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

Estos datos son ingresados en el software (RODSTAR-V 3.3.1) que permite realizar los diseños de Bombeo Mecánico, se tiene los siguientes resultados (Imagen 5.1):

INPUT DATA				CALCULATED RESULTS			
Target prod. (bfpd):	450	Pump int. pr. (psi):	3524	Production rate (bfpd):	457	Peak pol. rod load (lbs):	25094
Run time (hrs/day):	24.0	Fluid level		Oil production (BOPD):	137	Min. pol. rod load (lbs):	16030
Tubing pres. (psi):	100	(ft over pump):	8961	Strokes per minute:	2.88	MPRL/PPRL	0.639
Casing pres. (psi):	50	Stuf. box fr. (lbs):	100	System eff. (Motor->Pump):	9%	Unit struct. loading:	50%
		Pol. Rod Diam: 1.5"		Permissible load HP:	86.1	PRHP / PLHP	0.11
Fluid properties		Motor & power meter		Fluid load on pump (lbs):	1934	Buoyant rod weight (lbs):	19890
Water cut:	70%	Power Meter Detent		Polished rod HP:	9.5	N/No: .107 , Fc/SKr: .037	
Water sp. gravity:	1	Electr. cost: \$,06/KWH		Required prime mover size		BALANCED	
Oil API gravity:	27.2	Type: NEMA D		(speed var. not included)		(Min Torq)	
Fluid sp. gravity:	0.9675			NEMA D motor:	15 HP		
Pumping Unit: Rotaflex (1100)				Single/double cyl. engine:	15 HP		
API size: R-320-500-306 (unit ID: R4)				Multicylinder engine:	15 HP		
Crank hole number	#1 (out of 1)			Torque analysis and		BALANCED	
Calculated stroke length (in):	305.7			electricity consumption		(Min Torq)	
Crank Rotation with well to right:	CCW			Peak g'box torq. (M in-lbs):	75		
Max. CB weight (M lbs):	Unknown			Gearbox loading:	23%		
Tubing and pump information				Cyclic load factor:	1.1		
Tubing O.D. (ins):	3.500	Upstr. rod-tbg fr. coeff:	0.500	Counterbalance weight (M lbs):	20.51		
Tubing I.D. (ins):	2.992	Dnstr. rod-tbg fr. coeff:	0.500	Daily electr. use (KWH/day):	214		
Pump depth (ft):	9300	Tub. anch. depth (ft):	9300	Monthly electric bill:	\$392		
Pump condition:	Full	Pump load adj. (lbs):	0.0	Electr. cost per bbl. fluid:	\$0.028		
Pump type:	Insert	Pump vol. efficiency:	85%	Electr. cost per bbl. oil:	\$0.094		
Plunger size (ins):	2.25	Pump friction (lbs):	200.0	Tubing, pump and plunger calculations			
Rod string design				Tubing stretch (ins):	.0		
Diameter (inches)	Rod Grade	Length (ft)	Min. Tensile Strength (psi)	Prod. loss due to tubing stretch (bfpd):	0.0		
1	WFT T66/XD	3075	140000	Gross pump stroke (ins):	316.7		
0.875	WFT T66/XD	4200	140000	Pump spacing (in. from bottom):	43.9		
0.75	WFT T66/XD	1775	140000	Minimum pump length (ft):	40.0		
1.5	K (API, SB)	250	85000	Recommended plunger length (ft):	6.0		
				Rod string stress analysis (service factor: 0.92)			
				Stress Load %	Top Maximum Stress (psi)	Top Minimum Stress (psi)	Bot. Minimum Stress (psi)
				35%	32148	20863	13020
				28%	26297	16580	5787
				18%	14257	6740	1475
				19%	4453	830	-113
				Stress Calc. Method			
				API MG T/2.8			
				API MG T/2.8			
				API MG T/2.8			
				API MG			

Imagen 5. 1:Resultados del software de diseño para el Pozo EMI-03.

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

En la Imagen 5.1, podemos observar los datos ingresados (INPUT DATA) que son las condiciones de pozo presentadas anteriormente (Tabla 5.1), tenemos una presión de entrada en la bomba (Pumpintakepressure) de 3524 psi, el nivel de fluido (Fluid Level, pies sobre la bomba) es de 8961 pies (presenta alta sumergencia), y tenemos un diámetro de la varilla pulida de 1,5 pulgadas.

Las propiedades del fluido (Fluid properties) son las siguientes, un corte de agua (Watercut) de 70%, el agua tiene una gravedad especifica (Waterspecificgravity) de 1, el

petróleo tiene una gravedad API (Oil API gravity) de 27,2, una gravedad específica del fluido (Fluidspecificgravity) de 0,9675. Luego tenemos un análisis del motor y la medición de potencia, tenemos un costo de energía referencial (Electric cost) de 0.06 USD/KWH, y el tipo de motor es un NEMA D (NationalElectricalManufacturersAssociation, tipificación de motores para diferentes aplicaciones).

Luego se presenta una descripción de la unidad de bombeo (Pumpingunit) en este caso Rotaflex 1100, tenemos el tamaño API (API Size): R ó 320 ó 500 ó 306, tiene una longitud de carrera calculada (Calculatedstrokelenngth) de 305,7 pulgadas.

Tenemos la información de la tubería y de la bomba (Tubing and pump information), en la tubería un diámetro interno de 2,992 pulgadas, un diámetro externo de 3,5 pulgadas. La profundidad de la bomba (Pump depth) es de 9300 pies, una profundidad de anclaje (Tubing anchor depth) de 9300 pies, el tipo de bomba (Pump type) será inserto en la tubería, se tendrá un diámetro en el émbolo (Plunger size) de 2,25 pulgadas, la bomba tendrá una eficiencia volumétrica (Pump volumetric efficiency) del 85%. También tenemos el diseño de la sarta de varillas (Rod String Design), que consta de los siguientes componentes (Tabla 5.2):

Diámetro (pulgadas)	Tipo de Varilla	Longitud (Pies)	Resistencia Mínima de Tensión (Psi)
1	WTF T66/XD	3075	140000
0,875	WTF T66/XD	4200	140000
0,75	WTF T66/XD	1775	140000
1,5	K (API. SB)	250	85000

**Tabla 5. 2: Diseño de la sarta de varillas, Pozo EMI-03.**

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

En la Tabla 5.2, se tiene el diseño de la sarta de varillas, diámetros, longitudes, el tipo de varillas que se usará y su resistencia mínima a la tensión.

En la parte derecha del reporte del software(Imagen 5.1), tenemos los resultados calculados (CALCULATED RESULTS) por el software, una rata de producción de 457 BFPD, una producción de petróleo de 137 BOPD (BSW=70%), la unidad de bombeo

trabajará a 2.88 carreras por minuto (strokes per minute, una carrera se refiere a un viaje de bajada y uno de subida), el sistema motor ó bomba tendrá una eficiencia del 9% ya que la sumergencia de la bomba es elevada y el pozo presenta una presión de fondo elevada, una carga permitida (Permissible load HP) de 86.1 HP, la bomba tendrá una carga de fluido (Fluid load on pump) de 1934 lbs, en la varilla pulida se necesita una potencia de 9,5 hp, tiene una tope de carga (Peak polished rod load) de 25094 lbs, una carga mínima (Minimum polished rod load) de 16030 lbs, la carga en la unidad estructural es del 50%, (este valor debe ser menor al 95% para que el diseño sea aceptable), y existe un peso de varilla flotante (Buoyant rod weight) de 19890 lbs.

El tamaño del motor requerido (Required prime mover size) se encuentra de acorde a los requerimientos de la unidad de bombeo, tendrá una potencia de 15 HP, en el diseño se presenta varios tipos de motor que pueden ser usados.

Luego tenemos un análisis de torque y el consumo de electricidad (Torque analysis and electricity consumption), tenemos un máximo de torque en la caja de engranajes (Peak gearbox torque) de 75 M pulgadas ó libra, la caja de engranajes tiene una carga (Gearbox loading) del 23% (este valor debe ser menor que el 95% para que el diseño sea aceptable), tenemos un peso del contrapeso (Counterbalance weight) de 20,51 M libras. Posteriormente hay un análisis del consumo de energía eléctrica que tendrá la unidad de bombeo, consumo diario (Daily electric use) de 214 KWH/Día, se tiene un costo 0.06 USD/KWH, un consumo al mes (Monthly electric bill) de 392 USD, el costo de energía eléctrica por cada barril de fluido es de 0,028 USD y el costo de energía eléctrica por cada barril de petróleo es de 0.094 USD, estos valores van a variar de acuerdo al costo de energía que se ingrese (INPUT DATA).

Se tiene el cálculo de las dimensiones de la bomba y del pistón (Tubing pump and plunger calculations) que se usarán en el diseño, en este caso no existe aumento en la tubería (Tubing stretch), ni pérdidas por el aumento de la tubería (Production loss due to tubing stretch), la bomba tendrá una carrera bruta (Gross pump stroke) de 316,7 pulgadas, luego se tiene el espaciamiento de la bomba (Pump spacing) de 43,9 pulgadas desde la parte inferior, una longitud mínima de la bomba de 40 pies y un tamaño recomendado para el pistón de la bomba de 6 pies.

Al final tenemos un análisis de la tensión en la sarta de varillas (rodstring stress analysis(service factor: 0,92)), se toma en cuenta los siguientes factores que se presentan en la Tabla 5.3:

Diámetro (pulgadas)	Tipo de Varilla	Longitud (Pies)	Tensión de Carga (%)	Límite de Tensión Máximo (Psi)	Límite de Tensión Mínimo (Psi)	Tensión Mínima de Fondo (Psi)	Método de Cálculo de Tensiones.
1	WTF T66/XD	3075	35%	32148	20663	13020	API MG T/2,8
0,875	WTF T66/XD	4200	28%	26297	16580	5787	API MG T/2,8
0,75	WTF T66/XD	1775	18%	14257	6140	1475	API MG T/2,8
1,5	K (API. SB)	250	19%	4453	830	-113	API MG

**Tabla 5. 3: Análisis de la tensión en la sarta de varillas,Pozo EMI-03.**

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

En el análisis de la tensión en la sarta de varillas tenemos que tomar en cuenta que los valores de la Tensión de Carga (Tabla 5.3) deben ser menores al 95% para que el diseño sea aceptable, existe el Límite de Tensión Máximo y Mínimo en relación a cada diámetro de varilla que se usará, la Tensión Mínima de Fondo que soportarán las varillas, en este caso el tramo de 1,5 pulgadas tiene una compresión de -113 Psi, este tramo no se encuentra tensionado sino comprimido.

A continuación, realizaremos una comparación de los valores de producción en el diseño del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex, con los valores de producción real con este sistema, los valores que se encuentran en la columna de Reportes de Producción son los valores promedio de la producción con este sistema (Tabla 5.4):

Arena òHollinö	Cálculos en el Diseño	Reportes de Producción (Prom.)
<b>Producción de Fluido ( BFPD):</b>	456	480
<b>Producción de Petróleo ( BPPD):</b>	137	88
<b>BSW (%)</b>	70	82
<b>SPM</b>	2,85	3,00

**Tabla 5. 4: Comparación de valores de producción, pozo EMI-03.**

Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.



Podemos notar que el diseño realizado para este pozo es adecuado, tenemos una producción promedio de 480 BFPD, que supera los valores del diseño, existe un valor de BSW=82% que es mayor al del diseño, por eso tenemos una producción promedio de petróleo de 88 BPPD, el sistema funciona a 3,00 SPM. La instalación del sistema de bombeo mecánico es adecuada porque no existen muchos equipos de superficie lo que lo hace menos complejo.

#### 5.1.1.2 Pozo EMI-14D.

Esta propuesta fue presentada el 14 ó Abril ó 2012, en las siguientes condiciones de pozo (Tabla 5.5):

Trayectoria:			Direccional		Arena:		"T"		
Profundidad Total (FT):				Punzados:		Profundidad de Bomba (FT):			
10465				10064' - 10078' (14')		10100			
Sumergencia (FT)				Presión en Línea (PSI)		Presión de Casing (PSI):			
Actual:		Proyectado:							
Diámetro del Tubing:			Diámetro del Casing:		Descripción del Levantamiento Actual				
3-1/2" EUE, N-80 9,3#/FT			7" N-80, 26 L/P, BTC		Bombeo Hidráulico-Power Oil				
Producción Actual (BFPD):		Producción Proyectada (BFPD):		Corte de Agua:	Sólidos Abrasivos (Arena):	GOR:		Viscosidad Total Fluido:	Salinidad:
336		336		46%		295			
Gravedad API:			Temperatura de Fondo (°F):			Agua S.G.:		CO2:	SH2:
19,2			232			1,04			
Datos de Build Up (2002/01/13)									
Pws (PSI):		Pwf (PSI):		Pb (PSI):	BFPD	IPR			
1186		639		1110	330	0,60 (BF/D/PSI)			

**Tabla 5. 5: Condiciones del PozoEMI-14D.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

Estos datos son ingresados en el software (RODSTAR-V 3.3.1) que permite realizar los diseños de Bombeo Mecánico, se tiene los siguientes resultados (Imagen 5.2):

INPUT DATA					CALCULATED RESULTS				
Target prod. (bfpd):	330	Pump int. pr. (psi):	566		Production rate (bfpd):	343	Peak pol. rod load (lbs):	38203	
Run time (hrs/day):	24,0	Fluid level			Oil production (BOPD):	185	Min. pol. rod load (lbs):	15412	
Tubing pres. (psi):	150	(ft over pump):	1332		Strokes per minute:	4,06	MPRL/PPRL	0,426	
Casing pres. (psi):	10	Stuf.box fr. (lbs):	100		System eff. (Motor->Pump):	47%	Unit struct. loading:	72%	
		Pol. Rod Diam: 1.5"			Permissible load HP:	121,8	PRHP / PLHP	0,29	
Fluid properties					Fluid load on pump (lbs):	9137	Buoyant rod weight (lbs):	20603	
Motor & power meter					Fluid level TVD (ft from surface):	8560	N/No: ,152 , Fo/SKr: ,193		
Water cut:	46%	Power Meter Detent			Polished rod HP:	35,9			
Water sp. gravity:	1,03	Electr. cost: \$/KWH			Required prime mover size		BALANCED		
Oil API gravity:	19,2	Type: NEMA D			(speed var. not included)		(Min Torq)		
Fluid sp. gravity:	0,9808				NEMA D motor:	50 HP			
Pumping Unit: Rotaflex (1100)					Single/double cyl. engine:	50 HP			
API size: R-320-500-306 (unit ID: R4)					Multicylinder engine:	50 HP			
Crank hole number	#1 (out of 1)				Torque analysis and		BALANCED		
Calculated stroke length (in):	305,7				electricity consumption		(Min Torq)		
Crank Rotation with well to right:	CCW				Peak g'box torq. (M in-lbs):	174			
Max. CB weight (M lbs):	Unknown				Gearbox loading:	54%			
Tubing and pump information					Cyclic load factor:	1,1			
Tubing O.D. (ins)	3,500	Upstr. rod-fl. damp. coeff:	0,100		Counterbalance weight (M lbs):	25,81			
Tubing I.D. (ins):	2,992	Dnstr. rod-fl. damp. coeff:	0,100		Daily electr.use (KWH/day):	819			
Pump depth (ft):	9900	Tub.anch.depth (ft):	10150		Monthly electric bill:	\$0			
Pump condition:	Full	Pump vol. efficiency :	85%		Electr.cost per bbl. fluid:	\$0,000			
Pump type:	Insert	Pump friction (lbs):	200,0		Electr.cost per bbl. oil:	\$0,000			
Plunger size (ins)	1,75				Tubing, pump and plunger calculations				
Rod string design (rod tapers calculated)					Tubing stretch (ins):	,0			
Diameter (inches)	Rod Grade	Length (ft)	Min. Tensile Strength (psi)	Fric. Coeff	Prod. loss due to tubing stretch (bfpd):	0,0			
1	WFT T66/XD	3750	140000	0,2	Gross pump stroke (ins):	278,6			
0.875	WFT T66/XD	3450	140000	0,2	Pump spacing (in. from bottom):	47,4			
0.75	WFT T66/XD	2575	140000	0,2	Minimum pump length (ft):	38,0			
@ 1.5	C (API, SB)	125	90000	0,2	Recommended plunger length (ft):	6,0			
					Rod string stress analysis (service factor: 0,9)				
					Stress Load %	Top Maximum Stress (psi)	Top Minimum Stress (psi)	Bot. Minimum Stress (psi)	Stress Calc. Method
					82%	45729	19535	8319	API MG T/2.8
					82%	41491	10305	2260	API MG T/2.8
					82%	37780	2248	-1369	API MG T/2.8
					58%	10869	-1282	-570	API MG

Ⓐ Stress calculations based on elevator neck of 7/8" (for 1.25" sinker bars) or 1" (for other sinker bars).  
NOTE Stress calculations do not include buoyancy effects.

**Imagen 5. 2Resultados del software de diseño para el Pozo EMI-14D.**

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

En la Imagen 5.2, podemos observar los datos ingresados (INPUT DATA) que son las condiciones de pozo presentadas anteriormente (Tabla 5.4), tenemos una presión de entrada en la bomba (Pumpintakepressure) de 566 psi, el nivel de fluido (Fluid Level, pies sobre la bomba) es de 1332 pies, y tenemos un diámetro de la varilla pulida de 1,5 pulgadas.

Las propiedades del fluido (Fluid properties) son las siguientes, un corte de agua (Watercut) de 46%, el agua tiene una gravedad específica (Waterspecificgravity) de 1,03, el petróleo tiene una gravedad API (Oil API gravity) de 19,2, una gravedad específica del

fluido (Fluidspecificgravity de 0,9808. Luego tenemos un análisis del motor y la medición de potencia, en este caso no se da el costo de la energía eléctrica, y el tipo de motor es un NEMA D (NationalElectricalManufacturersAssociation, tipificación de motores para diferentes aplicaciones).

Luego se presenta una descripción de la unidad de bombeo (Pumpingunit) en este caso Rotaflex 1100, tenemos el tamaño API (API Size): R ó 320 ó 500 ó 306, tiene una longitud de carrera calculada (Calculatedstrokelenngth) de 305,7 pulgadas.

Tenemos la información de la tubería y de la bomba (Tubing and pump information), en la tubería un diámetro interno de 2,992 pulgadas, un diámetro externo de 3,5 pulgadas. La profundidad de la bomba (Pump depth) es de 9900 pies, una profundidad de anclaje (Tubing anchor depth) de 10150 pies, el tipo de bomba (Pump type) será inserto en la tubería, se tendrá un diámetro en el émbolo (Plunger size) de 1,75 pulgadas, la bomba tendrá una eficiencia volumétrica (Pump volumetric efficiency) del 85%.

También tenemos el diseño de la sarta de varillas (Rod String Design), que consta de los siguientes componentes (Tabla 5.6):

Diámetro (pulgadas)	Tipo de Varilla	Longitud (Pies)	Resistencia Mínima de Tensión (Psi)
1	WTF T66/XD	3750	140000
0,875	WTF T66/XD	3450	140000
0,75	WTF T66/XD	2575	140000
1,5	C (API. SB)	125	90000

**Tabla 5. 6: Diseño de la sarta de varillas, EMI-14D.**

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

En la Tabla 5.6, se tiene el diseño de la sarta de varillas, diámetros, longitudes, el tipo de varillas que se usará y su resistencia mínima a la tensión, se usa un factor de fricción de 0,2.

En la parte derecha del reporte del software (Imagen 5.2), tenemos los resultados calculados (CALCULATED RESULTS) por el software, una rata de producción de 343

BFPD, una producción de petróleo de 185 BOPD (BSW=46%), la unidad de bombeo trabajará a 4,06 carreras por minuto (strokes per minute, una carrera se refiere a un viaje de bajada y uno de subida), el sistema motor ó bomba tendrá una eficiencia del 47% no existe una sumergencia elevada de la bomba de subsuelo, el pozo presenta una presión de fondo baja, una carga permitida (Permissible load HP) de 121.8 HP, la bomba tendrá un carga de fluido (Fluid load on pump) de 9137 lbs, tenemos un nivel de fluido (profundidad vertical verdadera) (Fluid level TVD) de 8560 pies desde la superficie, en la varilla pulida se necesita una potencia de 35,9 hp, tiene una tope de carga (Peak polished rod load) de 36203 lbs, una carga mínima (Minimum polished rod load) de 15412 lbs, la carga en la unidad estructural es del 72%, (este valor debe ser menor al 95% para que el diseño sea aceptable), y existe un peso de varilla flotante (Buoyant rod weight) de 20603 lbs.

El tamaño del motor requerido (Required prime mover size) se encuentra de acorde a los requerimientos de la unidad de bombeo, tendrá una potencia de 50 HP, en el diseño se presenta varios tipos de motor que pueden ser usados.

Luego tenemos un análisis de torque y el consumo de electricidad (Torque analysis and electricity consumption), tenemos un máximo de torque en la caja de engranajes (Peak gearbox torque) de 174 M pulgadas ó libra, la caja de engranajes tiene una carga (Gearbox loading) del 54% (este valor debe ser menor que el 95% para que el diseño sea aceptable), tenemos un peso del contrapeso (Counterbalance weight) de 25,81 M libras. Posteriormente hay un análisis del consumo de energía eléctrica que tendrá la unidad de bombeo, consumo diario (Daily electric use) de 819 KWH/Día, en esta propuesta no se ingresa un valor de costo de energía eléctrica.

Se hace también el cálculo de las dimensiones de la bomba y del pistón (Tubing pump and plunger calculations) que se usarán en el diseño, en este caso no existe aumento en la tubería (Tubing stretch), ni pérdidas por el aumento de la tubería (Production loss due to tubing stretch), la bomba tendrá una carrera bruta (Gross pump stroke) de 278,6 pulgadas, luego se tiene el espaciamiento de la bomba (Pump spacing) de 47,4 pulgadas desde la parte inferior, una longitud mínima de la bomba de 38 pies y un tamaño recomendado para el pistón de la bomba de 6 pies.

Al final tenemos un análisis de la tensión en la sarta de varillas (rodstring stress analysis(service factor: 0,9)), se toma en cuenta los siguientes factores que se presentan en la Tabla 5.7:

Diámetro (pulgadas)	Tipo de Varilla	Longitud (Pies)	Tensión de Carga (%)	Límite de Tensión Máximo (Psi)	Límite de Tensión Mínimo (Psi)	Tensión Mínima de Fondo (Psi)	Método de Cálculo de Tensiones.
1	WTF T66/XD	3750	82%	45729	19535	8319	API MG T/2,8
0,875	WTF T66/XD	3450	82%	41491	10305	2260	API MG T/2,8
0,75	WTF T66/XD	2575	82%	37780	2248	-1369	API MG T/2,8
1,5	C (API. SB)	125	58%	10869	-1282	-570	API MG

**Tabla 5. 7: Análisis de la tensión en la sarta de varillas, Pozo EMI-14D.**

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

En el análisis de la tensión en la sarta de varillas tenemos que tomar en cuenta que los valores de la Tensión de Carga (Tabla 5.7) deben ser menores al 95% para que el diseño sea aceptable, existe el Límite de Tensión Máximo y Mínimo en relación a cada diámetro de varilla que se usará, la Tensión Mínima de Fondo que soportarán las varillas, en el tramo de 0,75 pulgadas son una compresión de -1369 Psi y en el tramo de 1,5 pulgadas tiene una compresión de -570 Psi, estos tramos no se encuentran tensionados sino comprimidos.

En este pozo no se realizó la instalación del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex.

### 5.1.1.3 Pozo EMI-41D.

Esta propuesta fue presentada el 23 ó Agosto ó 2012, en las siguientes condiciones de pozo (Tabla 5.8):

Trayectoria:			Direccional		Arena:		"BT"	
Profundidad Total (FT):				Punzados:		Profundidad de Bomba (FT):		
11686				10212' - 10224' (12')		10033		
Sumergencia (FT)				Presión en Línea (PSI)		Presión de Casing (PSI):		
Actual:		Proyectado:	2363'	100		50		
Diámetro del Tubing:			Diámetro del Casing:		Descripción del Levantamiento Actual			
3-1/2" EUE, N-80 9,3#/FT			7" , 26 L/P					
Producción Actual (BFPD):		Producción Proyectada (BFPD):	Corte de Agua:	Sólidos Abrasivos (Arena):	GOR:		Viscosidad Total Fluido:	Salinidad:
		200	36%					
Gravedad API:			Temperatura de Fondo (°F):		Agua S.G.:		CO2:	SH2:
23,3					1,04			
Datos de Build Up (2012/07/16-20)								
Pws (PSI):		Pwf (PSI):	Pb (PSI):	BFPD	IPR			
1144,72		1095,9	1208	144	3,55 (BF/D/PSI)			

**Tabla 5. 8: Condiciones del Pozo EMI-41D.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

Estos datos son ingresados en el software (RODSTAR-V 3.3.1) que permite realizar los diseños de Bombeo Mecánico, se tiene los siguientes resultados (Imagen 5.3):

INPUT DATA				CALCULATED RESULTS					
Target prod. (bfpd):	200	Pump int. pr. (psi):	1000	Production rate (bfpd):	203	Peak pol. rod load (lbs):	33483		
Run time (hrs/day):	24.0	Fluid level	(ft over pump):	Oil production (BOPD):	130	Min. pol. rod load (lbs):	11467		
Tubing pres. (psi):	100		2363	Strokes per minute:	2.83	MPRL/PPRL	0.342		
Casing pres. (psi):	50	Stuf. box fr. (lbs):	100	System eff. (Motor→Pump):	28%	Unit struct. loading:	9.3%		
		Pol. Rod Diam: 1.5"		Permissible load HP:	66.4	PRHP / PLHP	0.49		
Fluid properties		Motor & power meter		Fluid load on pump (lbs):	6905	Buoyant rod weight (lbs):	18705		
Water cut:	36%	Power Meter	Detent	Fluid level TVD (ft from surface):	6388	N/No: .111	Fo/Skr: .174		
Water sp. gravity:	1	Electr. cost:	\$/KWH	Polished rod HP:	32.3				
Oil API gravity:	23.3	Type:	NEMA D	Required prime mover size	BALANCED				
Fluid sp. gravity:	0.9914			(speed var. not included)	(Min Torq)				
Pumping Unit: Rotaflex (900)				NFMA D motor:	50 HP				
API size: R-320-360-288 (unit ID: R1)				Single/double cyl. engine:	40 HP				
Crank hole number	#1 (out of 1)			Multicylinder engine:	50 HP				
Calculated stroke length (in):	290.6			Torque analysis and	BALANCED				
Crank Rotation with well to right:	CCW			electricity consumption	(Min Torq)				
Max. CB weight (M lbs):	Unknown			Peak g'box torq. (M in-lbs):	194				
				Gearbox loading:	61%				
				Cyclic load factor:	1.1				
				Counterbalance weight (M lbs):	22.48				
				Daily electr. use (KWH/day):	720				
				Monthly electric bill:	\$0				
				Electr. cost per bbl. fluid:	\$0,000				
				Electr. cost per bbl. oil:	\$0,000				
Tubing and pump information				Tubing, pump and plunger calculations					
Tubing O.D. (ins): 3,500	Upstr. rod-fl. damp. coeff: 0.100			Tubing stretch (ins):	.0				
Tubing I.D. (ins): 2,992	Dnstr. rod-fl. damp. coeff: 0.100			Prod. loss due to tubing stretch (bfpd):	0.0				
Pump depth (ft): 10033	Tub. anch. depth (ft): 10033			Gross pump stroke (ins):	237.0				
Pump condition: Full				Pump spacing (in. from bottom):	49.1				
Pump type: Insert	Pump vol. efficiency: 85%			Minimum pump length (ft):	36.0				
Plunger size (ins) 1.75	Pump friction (lbs): 200.0			Recommended plunger length (ft):	6.0				
Rod string design (rod tapers calculated)				Rod string stress analysis (service factor: 0.9)					
Diameter (inches)	Rod Grade	Length (ft)	Min. Tensile Strength (psi)	Fric. Coeff	Stress Load %	Top Maximum Stress (psi)	Top Minimum Stress (psi)	Bot. Minimum Stress (psi)	Stress Calc. Method
1	WFT T66/XD	1858	140000	0.2	78%	42124	14366	10267	API MG T/2.8
0.875	WFT T66/XD	3175	140000	0.2	78%	41406	13099	7965	API MG T/2.8
0.75	WFT T66/XD	4825	140000	0.2	78%	40000	10307	-75	API MG T/2.8
∅ 1.5	K (API SB)	175	85000	0.2	47%	8921	-42	-519	API MG

Ⓐ Stress calculations based on elevator neck of 7/8" (for 1.25" sinker bars) or 1" (for other sinker bars).

NOTE Stress calculations do not include buoyancy effects.

(a) Stress calculations based on elevator neck of 7/8" (for 1.25" sinker bars) or 1" (for other sinker bars).  
NOTE Stress calculations do not include buoyancy effects.

Imagen 5. 3 Resultados del software de diseño para el Pozo EMI-41D.

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

En la Imagen 5.3, podemos observar los datos ingresados (INPUT DATA) que son las condiciones de pozo presentadas anteriormente (Tabla 5.7), tenemos una presión de entrada en la bomba (Pumpintakepressure) de 1000 psi, el nivel de fluido (Fluid Level, pies sobre la bomba) es de 2363 pies, y tenemos un diámetro de la varilla pulida de 1,5 pulgadas.

Las propiedades del fluido (Fluid properties) son las siguientes, un corte de agua (Watercut) de 36%, el agua tiene una gravedad específica (Waterspecificgravity) de 1,04, el petróleo tiene una gravedad API (Oil API gravity) de 23,3, una gravedad específica del fluido (Fluidspecificgravity ) de 0,9914. Luego tenemos un análisis del motor y la medición de potencia, en este caso no se da el costo de la energía eléctrica, y el tipo de motor es un NEMA D (NationalElectricalManufacturersAssociation, tipificación de motores para diferentes aplicaciones).



Luego se presenta una descripción de la unidad de bombeo (Pumpingunit) en este caso Rotaflex 900, tenemos el tamaño API (API Size): R ó 320 ó 360 ó 288, tiene una longitud de carrera calculada (Calculatedstrokelength) de 290,6 pulgadas.

Tenemos la información de la tubería y de la bomba (Tubing and pump information), en la tubería un diámetro interno de 2,992 pulgadas, un diámetro externo de 3,5 pulgadas. La profundidad de la bomba (Pump depth) es de 10033 pies, una profundidad de anclaje (Tubing anchor depth) de 10033 pies, el tipo de bomba (Pump type) será inserto en la tubería, se tendrá un diámetro en el émbolo (Plunger size) de 1,75 pulgadas, la bomba tendrá una eficiencia volumétrica (Pump volumetric efficiency) del 85%. También tenemos el diseño de la sarta de varillas (Rod String Design), que consta de los siguientes componentes (Tabla 5.9):

Diámetro (pulgadas)	Tipo de Varilla	Longitud (Pies)	Resistencia Mínima de Tensión (Psi)
1	WTF T66/XD	1858	140000
0,875	WTF T66/XD	3175	140000
0,75	WTF T66/XD	4825	140000
1,5	K (API SB)	175	85000

**Tabla 5. 9: Diseño de la sarta de varillas, Pozo EMI-41D.**

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

En la Tabla 5.9, se tiene el diseño de la sarta de varillas, diámetros, longitudes, el tipo de varillas que se usará y su resistencia mínima a la tensión, se usa un factor de fricción de 0,2.

En la parte derecha del reporte del software (Imagen 5.3), tenemos los resultados calculados (CALCULATED RESULTS) por el software, una rata de producción de 343 BFPD, una producción de petróleo de 185 BOPD (BSW=46%), la unidad de bombeo trabajará a 4,06 carreras por minuto (strokes per minute, una carrera se refiere a un viaje de bajada y uno de subida), el sistema motor ó bomba tendrá una eficiencia del 47% no existe una sumergencia elevada de la bomba de subsuelo, el pozo presenta una presión de fondo baja, una carga permitida (Permissible load HP) de 121.8 HP, la bomba tendrá un carga de fluido (Fluid load onpump) de 9137 lbs, tenemos un nivel de fluido (profundidad vertical verdadera) (Fluid level TVD) de 8560 pies desde la superficie, en la varilla pulida se necesita una potencia de 35,9 hp, tiene una tope de carga (Peakpolished rod load) de



36203 lbs, una carga mínima (Minimum polished rod load) de 15412 lbs, la carga en la unidad estructural es del 72%, (este valor debe ser menor al 95% para que el diseño sea aceptable), y existe un peso de varilla flotante (Buoyant rod weight) de 20603 lbs.

El tamaño del motor requerido (Required prime mover size) se encuentra de acorde a los requerimientos de la unidad de bombeo, tendrá una potencia de 50 HP, en el diseño se presenta varios tipos de motor que pueden ser usados.

Luego tenemos un análisis de torque y el consumo de electricidad (Torque analysis and electricity consumption), tenemos un máximo de torque en la caja de engranajes (Peak gearbox torque) de 174 M pulgadas ó libra, la caja de engranajes tiene una carga (Gearbox loading) del 54% (este valor debe ser menor que el 95% para que el diseño sea aceptable), tenemos un peso del contrapeso (Counterbalance weight) de 25,81 M libras. Posteriormente hay un análisis del consumo de energía eléctrica que tendrá la unidad de bombeo, consumo diario (Daily electric use) de 720 KWH/Día, en esta propuesta no se ingresa un valor de costo de energía eléctrica.

Se hace también el cálculo de las dimensiones de la bomba y del pistón (Tubing pump and plunger calculations) que se usarán en el diseño, en este caso no existe aumento en la tubería (Tubing stretch), ni pérdidas por el aumento de la tubería (Production loss due to tubing stretch), la bomba tendrá una carrera bruta (Gross pump stroke) de 278,6 pulgadas, luego se tiene el espaciamiento de la bomba (Pump spacing) de 47,4 pulgadas desde la parte inferior, una longitud mínima de la bomba de 38 pies y un tamaño recomendado para el pistón de la bomba de 6 pies.

Al final tenemos un análisis de la tensión en la sarta de varillas (rod string stress analysis (service factor: 0,9)), se toma en cuenta los siguientes factores que se presentan en la Tabla 5.10:

Diámetro (pulgadas)	Tipo de Varilla	Longitud (Pies)	Tensión de Carga (%)	Límite de Tensión Máximo (Psi)	Límite de Tensión Mínimo (Psi)	Tensión Mínima de Fondo (Psi)	Método de Cálculo de Tensiones.
1	WTF T66/XD	3750	82%	45729	19535	8319	API MG T/2,8
0,875	WTF T66/XD	3450	82%	41491	10305	2260	API MG T/2,8
0,75	WTF T66/XD	2575	82%	37780	2248	-1369	API MG T/2,8

1,5	C (API. SB)	125	58%	10869	-1282	-570	API MG
-----	-------------	-----	-----	-------	-------	------	--------

**Tabla 5. 10: Análisis de la tensión en la sarta de varillas, Pozo EMI-41D.**

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

En el análisis de la tensión en la sarta de varillas tenemos que tomar en cuenta que los valores de la Tensión de Carga (Tabla 5.10) deben ser menores al 95% para que el diseño sea aceptable, existe el Límite de Tensión Máximo y Mínimo en relación a cada diámetro de varilla que se usará, la Tensión Mínima de Fondo que soportarán las varillas, en el tramo de 0,75 pulgadas son una compresión de -1369 Psi y en el tramo de 1,5 pulgadas tiene una compresión de -570 Psi, estos tramos no se encuentran tensionados sino comprimidos.

A continuación, realizaremos una comparación de los valores de producción en el diseño del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex, con los valores de producción real con este sistema, los valores que se encuentran en la columna de Reportes de Producción son los valores promedio de la producción con este sistema (Tabla 5.11):

Arena òBTö	Cálculos en el Diseño	Reportes de Producción (Prom.)
<b>Producción de Fluido ( BFPD):</b>	200	196
<b>Producción de Petróleo ( BPPD):</b>	128	96
<b>BSW (%)</b>	36	51
<b>SPM</b>	2,83	2,50

**Tabla 5. 11: Comparación de valores de producción, Pozo EMI-41D**

Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.

El diseño realizado para este pozo es adecuado, tenemos una producción promedio de 196 BFPD, que se aproxima a los valores del diseño, existe un valor de BSW=51% que es mayor al del diseño, por eso tenemos una producción promedio de petróleo de 96 BPPD, el sistema funciona a 2,50 SPM. La instalación del sistema de bombeo mecánico es adecuada porque no existen muchos equipos de superficie lo que lo hace menos complejo.

#### 5.1.1.4 Pozo AZU-15.

Esta propuesta fue presentada el 3 ó Diciembre ó 2012, con las siguientes condiciones de pozo (Tabla 5.12):

Trayectoria:			Vertical.		Arena:		"U Superior"	
Profundidad Total (FT):				Punzados:		Profundidad de Bomba (FT):		
9810				9328' - 9336' (8')		9180		
Sumergencia (FT)				Presión en Línea (PSI)		Presión de Casing (PSD):		
Actual:		Proyectado:		100		50		
Diámetro del Tubing:			Diámetro del Casing:		Descripción del Levantamiento Actual			
3 1/2"x9,3Lb/Ft,EUE,N-80,C-B			7" C-95, 26 Lb/Ft		Bombeo Mecánico			
Producción Actual (BFPD):		Producción Proyectada (BFPD):	Corte de Agua:	Sólidos Abrasivos (Arena):	GOR:		Viscosidad Total Fluido:	Salinidad:
195		200	21%					
Gravedad API:			Temperatura de Fondo (°F):		Agua S.G.:		CO2:	SH2:
30								
Datos de Build Up (2012/04/12-15)								
Pws (PSI):		Pwf (PSI):	Pb (PSI):	BFPD	IPR			
1936		916	1308	336	0,37 (BF/D/PSI)			

**Tabla 5. 12: Condiciones de Pozo AZU-15.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

Estos datos son ingresados en el software (RODSTAR-V 3.3.1) que permite realizar los diseños de Bombeo Mecánico, se tiene los siguientes resultados (Imagen 5.4):

INPUT DATA				CALCULATED RESULTS			
Target prod. (bfpd):	200	Pump int. pr. (psi):	1358	Production rate (bfpd):	202	Peak pol. rod load (lbs):	27158
Run time (hrs/day):	24.0	Fluid level (ft over pump):	3409	Oil production (BOPD):	160	Min. pol. rod load (lbs):	15727
Tubing pres. (psi):	100	Stuf.box fr. (lbs):	100	Strokes per minute:	2.61	MPRL/PPRL	0.579
Casing pres. (psi):	50	Pol. Rod Diam: 1.5"		System eff. (Motor->Pump):	45%	Unit struct. loading:	75%
<b>Fluid properties</b>		<b>Motor &amp; power meter</b>		Permissible load HP:	64.7	PRHP / PLHP	0.21
Water cut:	21%	Power Meter: Detent		Fluid load on pump (lbs):	5635	Buoyant rod weight (lbs):	18902
				Polished rod HP:	13.6	N/No: .094 , Fo/SKr: .119	

**Imagen 5. 4: Resultados del software de diseño para el Pozo AZU-15.**

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

En la Imagen 5.4, podemos observar los datos ingresados (INPUT DATA) que son las condiciones de pozo presentadas anteriormente (Tabla 5.10), tenemos una presión de entrada en la bomba (Pumpintakepressure) de 1358 psi, el nivel de fluido (Fluid Level, pies sobre la bomba) es de 3409 pies, y tenemos un diámetro de la varilla pulida de 1,5 pulgadas.

Las propiedades del fluido (Fluid properties) son las siguientes, un corte de agua (Watercut) de 21%, el agua tiene una gravedad específica (Waterspecificgravity) de 1, el petróleo tiene una gravedad API (Oil API gravity) de 30, una gravedad específica del fluido (Fluidspecificgravity ) de 0,9022. Luego tenemos un análisis del motor y la medición de potencia, en este caso no se da el costo de la energía eléctrica, y el tipo de

motor es un NEMA D (NationalElectricalManufacturersAssociation, tipificación de motores para diferentes aplicaciones).

Luego se presenta una descripción de la unidad de bombeo (Pumpingunit) en este caso Rotaflex 900, tenemos el tamaño API (API Size): R ó 320 ó 360 ó 288, tiene una longitud de carrera calculada (Calculatedstrokelength) de 290,7 pulgadas.

Tenemos la información de la tubería y de la bomba (Tubing and pump information), en la tubería un diámetro interno de 2,992 pulgadas, un diámetro externo de 3,5 pulgadas. La profundidad de la bomba (Pump depth) es de 9180 pies, una profundidad de anclaje (Tubing anchor depth) de 9100 pies, el tipo de bomba (Pump type) será inserto en la tubería, se tendrá un diámetro en el émbolo (Plunger size) de 1,75 pulgadas, la bomba tendrá una eficiencia volumétrica (Pump volumetric efficiency) del 80%.

También tenemos el diseño de la sarta de varillas (Rod String Design), que consta de los siguientes componentes (Tabla 5.13):

Diámetro (pulgadas)	Tipo de Varilla	Longitud (Pies)	Resistencia Mínima de Tensión (Psi)
1	WTF T66/XD	2400	140000
0,875	WTF T66/XD	4250	140000
0,75	WTF T66/XD	2350	140000
1,5	K (API. SB)	180	85000

**Tabla 5. 13: Diseño de la sarta de varillas, Pozo AZU-15.**

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

En la Tabla 5.11, se tiene el diseño de la sarta de varillas, diámetros, longitudes, el tipo de varillas que se usará y su resistencia mínima a la tensión.

En la parte derecha del reporte del software (Imagen 5.4), tenemos los resultados calculados (CALCULATED RESULTS) por el software, una rata de producción de 202 BFPD, una producción de petróleo de 160 BOPD (BSW=21%), la unidad de bombeo trabajará a 2,61 carreras por minuto (strokes per minute, una carrera se refiere a un viaje de bajada y uno de subida), el sistema motor ó bomba tendrá una eficiencia del 45% no existe una sumergencia elevada de la bomba de subsuelo, una carga permitida (Permissible

load HP) de 64,7 HP, la bomba tendrá un carga de fluido (Fluid load on pump) de 5636 lbs, en la varilla pulida se necesita una potencia de 13,6 hp, tiene una tope de carga (Peak polished rod load) de 27158 lbs, una carga mínima (Minimum polished rod load) de 15727 lbs, la carga en la unidad estructural es del 75%, (este valor debe ser menor al 95% para que el diseño sea aceptable), y existe un peso de varilla flotante (Buoyant rod weight) de 18902 lbs.

El tamaño del motor requerido (Required prime mover size) se encuentra de acorde a los requerimientos de la unidad de bombeo, tendrá una potencia de 20 HP, en el diseño se presenta varios tipos de motor que pueden ser usados.

Luego tenemos un análisis de torque y el consumo de electricidad (Torque analysis and electricity consumption), tenemos un máximo de torque en la caja de engranajes (Peak gearbox torque) de 96 M pulgadas ó libra, la caja de engranajes tiene una carga (Gearbox loading) del 30% (este valor debe ser menor que el 95% para que el diseño sea aceptable), tenemos un peso del contrapeso (Counterbalance weight) de 21,44 M libras. Posteriormente hay un análisis del consumo de energía eléctrica que tendrá la unidad de bombeo, consumo diario (Daily electric use) de 307 KWH/Día, se tiene un costo 0.06 USD/KWH, un consumo al mes (Monthly electric bill) de 561 USD, el costo de energía eléctrica por cada barril de fluido es de 0,091 USD y el costo de energía eléctrica por cada barril de petróleo es de 0.115 USD, estos valores van a variar de acuerdo al costo de energía que se ingrese (INPUT DATA).

Se hace también el cálculo de las dimensiones de la bomba y del pistón (Tubing pump and plunger calculations) que se usarán en el diseño, en este caso no existe aumento en la tubería (Tubing stretch), ni pérdidas por el aumento de la tubería (Production loss due to tubing stretch), la bomba tendrá una carrera bruta (Gross pump stroke) de 272,0 pulgadas, luego se tiene el espaciamiento de la bomba (Pump spacing) de 45,2 pulgadas desde la parte inferior, una longitud mínima de la bomba de 36 pies y un tamaño recomendado para el pistón de la bomba de 6 pies.

Al final tenemos un análisis de la tensión en la sarta de varillas (rod string stress analysis (service factor: 0,92)), se toma en cuenta los siguientes factores que se presentan en la Tabla 5.14:

Diámetro (pulgadas)	Tipo de Varilla	Longitud (Pies)	Tensión de Carga (%)	Límite de Tensión Máximo (Psi)	Límite de Tensión Mínimo (Psi)	Tensión Mínima de Fondo (Psi)	Método de Cálculo de Tensiones.
1	WTF T66/XD	2400	44%	34776	20477	14003	API MG T/2,8
0,875	WTF T66/XD	4250	45%	33479	17972	6470	API MG T/2,8
0,75	WTF T66/XD	2350	39%	23966	7832	602	API MG T/2,8
1,5	C (API. SB)	180	44%	8812	339	-113	API MG

**Tabla 5. 14: Análisis de la tensión en la sarta de varillas, Pozo AZU-15.**

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

En el análisis de la tensión en la sarta de varillas tenemos que tomar en cuenta que los valores de la Tensión de Carga (Tabla 5.14) deben ser menores al 95% para que el diseño sea aceptable, existe el Límite de Tensión Máximo y Mínimo en relación a cada diámetro de varilla que se usará, la Tensión Mínima de Fondo que soportarán las varillas, en el tramo de 1,5 pulgadas tiene una compresión de -113 Psi, estos tramos no se encuentran tensionados sino comprimidos.

A continuación, realizaremos una comparación de los valores de producción en el diseño del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex, con los valores de producción real con este sistema, los valores que se encuentran en la columna de Reportes de Producción son los valores promedio de la producción con este sistema (Tabla 5.15):

Arena ò U Sup.ö	Cálculos en el Diseño	Reportes de Producción (Prom.)
<b>Producción de Fluido ( BFPD):</b>	200	81
<b>Producción de Petróleo ( BPPD):</b>	158	79
<b>BSW (%)</b>	21	2
<b>GPM</b>	2,61	1,50

**Tabla 5. 15: Comparación de valores de producción, Pozo AZU-15**

Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.

El diseño realizado para este pozo no es adecuado, está sobredimensionado, tenemos una producción promedio de 81 BFPD, este valor es mucho menor al que se tiene en el diseño (200BFPD), existe un valor de BSW=2% que es menor al del diseño, por eso tenemos una producción promedio de petróleo de 79 BPPD, el sistema funciona a 1,50 SPM. Este sistema está sobredimensionado esto hace que el mismo no sea eficiente en su totalidad, esto hace que trabaje a baja velocidad.

#### 5.1.1.5 Pozo DAN-09.

En este pozo se realiza el diseño entre Weatherford y el consorcio de Optimización de la Producción y Recuperación de Reservas, este diseño es realizado el 23 ó Septiembre ó 2012.

Trayectoria:			Vertical.		Arena:		"BT"	
Profundidad Total (FT):				Punzados:		Profundidad de Bomba (FT):		
9414				8392' - 8398' (6')		8350		
Sumergencia (FT)				Presión en Línea (PSI)		Presión de Casing (PSI):		
Actual:		Proyectado:		100		30		
Diámetro del Tubing:			Diámetro del Casing:		Descripción del Levantamiento Actual			
3 1/2"x9,3Lb/Ft,EUE,N-80,C-B			7" C-95, 26 Lb/Ft					
Producción Actual (BFPD):		Producción Proyectada (BFPD):	Corte de Agua:	Sólidos Abrasivos (Arena):	GOR:		Viscosidad Total Fluido:	Salinidad:
299		302	19%		70			
Gravedad API:			Temperatura de Fondo (°F):		Agua S.G.:		CO2:	SH2:
30					1.03			
Datos de Build Up (2012/09/11)								
Pws (PSI):		Pwf (PSI):	Pb (PSI):	BFPD	IPR			
833		300	779	240	0,69 (BF/D/PSI)			

**Tabla 5. 16: Condiciones de Pozo DAN-09.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

Estos datos son ingresados en el software (RODSTAR-V 3.3.1) que permite realizar los diseños de Bombeo Mecánico, se tiene los siguientes resultados (Imagen 5.5):



INPUT DATA				CALCULATED RESULTS (TOTAL SCORE: 80% Grade: B)				
Target prod. (bfpd):	299	Pump int. pr. (psi):	300	Production rate (bfpd):	302	Peak pol. rod load (lbs):	28954	
Run time (hrs/day):	24.0	Fluid level (ft over pump):	673	Oil production (BOPD):	245	Min. pol. rod load (lbs):	12072	
Tubing pres. (psi):	100	Stuf. box fr. (lbs):	100	Strokes per minute:	3.7	MPRL/PPRL	0.417	
Casing pres. (psi):	30	Pol. Rod Diam: 1.5"		System eff. (Motor->Pump):	50%	Unit struct. loading:	80%	
Fluid properties		Motor & power meter		Permissible load HP:	93	PRHP / PLHP	0.27	
Water cut:	19%	Power Meter Defect		Fluid load on pump (lbs):	7428	Buoyant rod weight (lbs):	17025	
Water sp. gravity:	1.03	Electr. cost \$/KWH		Polished rod HP:	24.8	N/Nc: .112 , Fo/SKr: .142		
Oil API gravity:	30.0	Type: NEMA D		Required prime mover size (speed var. not included)		BALANCED (Min Torq)		
Fluid sp. gravity:	0.9054			NEMA D motor:	40 HP			
Pumping Unit: Rotaflex (900)				Single/double cyl. engine:	40 HP			
API size: R-320-360-288 (unit ID: R9)				Multicylinder engine:	40 HP			
Crank hole number	#1 (out of 1)			Torque analysis and electricity consumption		BALANCED (Min Torq)		
Calculated stroke length (in):	290.7			Peak q'box torq. (M in-lbs):	142			
Crank Rotation with well to right:	CCW			Gearbox loading:	44.2%			
Max. CB weight (M lbs):	Unknown			Cyclic load factor:	1.1			
Tubing and pump information				Counterbalance weight (M lbs):	20.51			
Tubing O.D. (ins)	3.500	Upstr. rod-tbg fr. coeff:	0.500	Daily electr. use (KWH/day):	555			
Tubing I.D. (ins):	2.992	Dnstr. rod-tbg fr. coeff:	0.500	Monthly electric bill:	\$1015			
Pump depth (ft):	8350	Tub. anch. depth (ft):	8300	Electr. cost per bbl. fluid:	\$0.110			
Pump condition:	Full	Pump load adj. (lbs):	100.0	Electr. cost per bbl. oil:	\$0.136			
Pump type:	Insert	Pump vol. efficiency :	85%	Tubing, pump and plunger calculations				
Plunger size (ins)	1.75	Pump friction (lbs):	200.0	Tubing stretch (ins):	.0			
Rod string design				Prod. loss due to tubing stretch (bfpd):	0.0			
Diameter (inches)	Rod Grade	Length (ft)	Min. Tensile Strength (psi)	Gross pump stroke (ins):	269.1			
1	WFT T66/XD	3025	140000	Pump spacing (in. from bottom):	43.1			
0.875	WFT T66/XD	2915	140000	Minimum pump length (ft):	35.0			
0.75	WFT T66/XD	2410	140000	Recommended plunger length (ft):	6.0			
				Rod string stress analysis (service factor: 0.9)				
				Stress Load %	Top Maximum Stress (psi)	Top Minimum Stress (psi)	Bot. Minimum Stress (psi)	Stress Calc. Method
				62%	37063	15822	8255	API MG T/2.8
				58%	32559	10389	3849	API MG T/2.8
				56%	27864	4362	-453	API MG T/2.8

NOTE Stress calculations do not include buoyancy effects.

Imagen 5. 5:Resultados del software de diseño para el Pozo DAN-09.

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

En la Imagen 5.5, podemos observar los datos ingresados (INPUT DATA) que son las condiciones de pozo presentadas anteriormente (Tabla 5.13), tenemos una presión de entrada en la bomba (Pumpintakepressure) de 300 psi, el nivel de fluido (Fluid Level, pies sobre la bomba) es de 673 pies, y tenemos un diámetro de la varilla pulida de 1,5 pulgadas.

Las propiedades del fluido (Fluid properties) son las siguientes, un corte de agua (Watercut) de 19%, el agua tiene una gravedad especifica (Waterspecificgravity) de 1,03, el petróleo tiene una gravedad API (Oil API gravity) de 30, una gravedad específica del

fluido (Fluidspecificgravity ) de 0,9054. Luego tenemos un análisis del motor y la medición de potencia, en este caso no se da el costo de la energía eléctrica, y el tipo de motor es un NEMA D (NationalElectricalManufacturersAssociation, tipificación de motores para diferentes aplicaciones).

Luego se presenta una descripción de la unidad de bombeo (Pumpingunit) en este caso Rotaflex 900, tenemos el tamaño API (API Size): R ó 320 ó 360 ó 288, tiene una longitud de carrera calculada (Calculatedstrokelenlength) de 290,7 pulgadas.

Tenemos la información de la tubería y de la bomba (Tubing and pump information), en la tubería un diámetro interno de 2,992 pulgadas, un diámetro externo de 3,5 pulgadas. La profundidad de la bomba (Pump depth) es de 8350 pies, una profundidad de anclaje (Tubing anchor depth) de 8300 pies, el tipo de bomba (Pump type) será inserto en la tubería, se tendrá un diámetro en el émbolo (Plunger size) de 1,75 pulgadas, la bomba tendrá una eficiencia volumétrica (Pump volumetric efficiency) del 85%.

También tenemos el diseño de la sarta de varillas (Rod String Design), que consta de los siguientes componentes (Tabla 5.17):

Diámetro (pulgadas)	Tipo de Varilla	Longitud (Pies)	Resistencia Mínima de Tensión (Psi)
1	WTF T66/XD	3025	140000
0,875	WTF T66/XD	2915	140000
0,75	WTF T66/XD	2410	140000

**Tabla 5. 17: Diseño de la sarta de varillas, Pozo DAN-09.**

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

En la Tabla 5.17, se tiene el diseño de la sarta de varillas, diámetros, longitudes, el tipo de varillas que se usará y su resistencia mínima a la tensión.

En la parte derecha del reporte del software (Imagen 5.5), tenemos los resultados calculados (CALCULATED RESULTS) por el software, una rata de producción de 302 BFPD, una producción de petróleo de 245 BOPD (BSW=19%), la unidad de bombeo trabajará a 3,7 carreras por minuto (strokes per minute, una carrera se refiere a un viaje de bajada y uno de subida), el sistema motor ó bomba tendrá una eficiencia del 50% no

existe una sumergencia elevada de la bomba de subsuelo, una carga permitida (Permissible load HP) de 93 HP, la bomba tendrá una carga de fluido (Fluid load on pump) de 7428 lbs, en la varilla pulida se necesita una potencia de 24,8 hp, tiene una tope de carga (Peak polished rod load) de 28954 lbs, una carga mínima (Minimum polished rod load) de 12072 lbs, la carga en la unidad estructural es del 80%, (este valor debe ser menor al 95% para que el diseño sea aceptable), y existe un peso de varilla flotante (Buoyant rod weight) de 17025 lbs.

El tamaño del motor requerido (Required prime mover size) se encuentra de acuerdo a los requerimientos de la unidad de bombeo, tendrá una potencia de 40 HP, en el diseño se presenta varios tipos de motor que pueden ser usados.

Luego tenemos un análisis de torque y el consumo de electricidad (Torque analysis and electricity consumption), tenemos un máximo de torque en la caja de engranajes (Peak gearbox torque) de 142 M pulgadas ó libra, la caja de engranajes tiene una carga (Gearbox loading) del 44,2% (este valor debe ser menor que el 95% para que el diseño sea aceptable), tenemos un peso del contrapeso (Counterbalance weight) de 20,51 M libras. Posteriormente hay un análisis del consumo de energía eléctrica que tendrá la unidad de bombeo, consumo diario (Daily electric use) de 555 KWH/Día, se tiene un costo 0.06 USD/KWH, un consumo al mes (Monthly electric bill) de 1015 USD, el costo de energía eléctrica por cada barril de fluido es de 0,110 USD y el costo de energía eléctrica por cada barril de petróleo es de 0.136 USD, estos valores van a variar de acuerdo al costo de energía que se ingrese (INPUT DATA).

Se hace también el cálculo de las dimensiones de la bomba y del pistón (Tubing pump and plunger calculations) que se usarán en el diseño, en este caso no existe aumento en la tubería (Tubing stretch), ni pérdidas por el aumento de la tubería (Production loss due to tubing stretch), la bomba tendrá una carrera bruta (Gross pump stroke) de 269,1 pulgadas, luego se tiene el espaciamiento de la bomba (Pump spacing) de 43,1 pulgadas desde la parte inferior, una longitud mínima de la bomba de 36 pies y un tamaño recomendado para el pistón de la bomba de 6 pies.

Al final tenemos un análisis de la tensión en la sarta de varillas (rod string stress analysis (service factor: 0,9)), se toma en cuenta los siguientes factores que se presentan en la Tabla 5.15:

Diámetro (pulgadas)	Tipo de Varilla	Longitud (Pies)	Tensión de Carga (%)	Límite de Tensión Máximo (Psi)	Límite de Tensión Mínimo (Psi)	Tensión Mínima de Fondo (Psi)	Método de Cálculo de Tensiones.
1	WTF T66/XD	3025	62%	37063	15822	8255	API MG T/2,8
0,875	WTF T66/XD	2915	58%	32559	10389	3849	API MG T/2,8
0,75	WTF T66/XD	2410	56%	27864	4362	-453	API MG T/2,8

**Tabla 5. 18: Análisis de la tensión en la sarta de varillas, Pozo DAN-09.**

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

En el análisis de la tensión en la sarta de varillas tenemos que tomar en cuenta que los valores de la Tensión de Carga (Tabla 5.18) deben ser menores al 95% para que el diseño sea aceptable, existe el Límite de Tensión Máximo y Mínimo en relación a cada diámetro de varilla que se usará, la Tensión Mínima de Fondo que soportarán las varillas, en el tramo de 0,75 pulgadas tiene una compresión de -453 Psi, estos tramos no se encuentran tensionados sino comprimidos.

A continuación, realizaremos una comparación de los valores de producción en el diseño del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex, con los valores de producción real con este sistema, los valores que se encuentran en la columna de Reportes de Producción son los valores promedio de la producción con este sistema (Tabla 5.19):

Arena òBTö	Cálculos en el Diseño	Reportes de Producción (Prom.)
<b>Producción de Fluido ( BFPD):</b>	302	177
<b>Producción de Petróleo ( BPPD):</b>	245	168
<b>BSW (%)</b>	19	5
<b>SPM</b>	3,7	1,90

**Tabla 5. 19: Comparación de valores de producción, pozo DAN-09.**

Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.

El diseño realizado para este pozo no es adecuado, está sobredimensionado, tenemos una producción promedio de 177 BFPD, este valor es mucho menor al que se tiene en el

diseño (302 BFPD), existe un valor de BSW=5% que es menor al del diseño, por eso tenemos una producción promedio de petróleo de 168 BPPD, el sistema funciona a 1,90 SPM. Este sistema está sobredimensionado esto hace que el mismo no sea eficiente en su totalidad, esto hace que trabaje a baja velocidad.

#### 5.1.1.6 Pozo JAV-02.

Esta propuesta fue presentada el 14 ó Mayo ó 2012, con las siguientes condiciones de pozo (Tabla 5.20):

Trayectoria:			Vertical.		Arena:		"U"	
Profundidad Total (FT):				Punzados:		Profundidad de Bomba (FT):		
9164				8767'		8766'		
Sumergencia (FT)				Presión en Línea (PSI)		Presión de Casing (PSI):		
Actual:		Proyectado:		250				
Diámetro del Tubing:		Diámetro del Casing:		Descripción del Levantamiento Actual				
3-1/2" EUE, N-80 9,3#/FT		7" , 26 L/P						
Producción Actual (BFPD):	Producción Proyectada (BFPD):	Corte de Agua:	Sólidos Abrasivos (Arena):	GOR:		Viscosidad Total Fluido:	Salinidad:	
	380	28%		282				
Gravedad API:		Temperatura de Fondo (°F):		Agua S.G.:		CO2:	SH2:	
27		227		1,04				
Datos de Build Up (Fecha)								
Pws (PSI):		Pwf (PSI):	Pb (PSI):	BFPD	IPR			
1849		555	1110	384	0,29 (BF/D/PSI)			

**Tabla 5. 20: Condiciones de Pozo JAV-02.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

Estos datos son ingresados en el software (RODSTAR-V 3.3.1) que permite realizar los diseños de Bombeo Mecánico, se tiene los siguientes resultados (Imagen 5.6):

INPUT DATA				CALCULATED RESULTS			
Target prod. (bfpd):	359	Pump int. pr. (psi):	674	Production rate (bfpd):	369	Peak pol. rod load (lbs):	34199
Run time (hrs/day):	24.0	Fluid level (ft over pump):	1639	Oil production (BOPD):	265	Min. pol. rod load (lbs):	14344
Tubing pres. (psi):	250	Stuf.box fr. (lbs):	100	Strokes per minute:	3.09	Polished rod HP:	27.7
Casing pres. (psi):	30			System eff. (Motor->Pump):	52%	Unit struct. loading:	95%
				Permissible load HP:	68.6	PRHP / PLHP	0.40
				Fluid load on pump (lbs):	12405	Buoyant rod weight (lbs):	18076
						N/No: ,099 ,	Fo/SKr: ,244
<b>Fluid properties</b>		<b>Motor &amp; power meter</b>		<b>Required prime mover size</b>		<b>BALANCED</b>	
Water cut:	28%	Power Meter	Detent	(speed var. not included)		(Min Torq)	
Water sp. gravity:	1.04	Electr. cost:	\$/KWH	NEMA D motor:	40 HP		
Oil API gravity:	28.0	Type:	NEMA D	Single/double cyl. engine:	40 HP		
Fluid sp. gravity:	0.9299			Multicylinder engine:	40 HP		
<b>Pumping Unit: Rotaflex (900)</b>				<b>Torque analysis and electricity consumption</b>		<b>BALANCED</b>	
						(Min Torq)	

**Imagen 5. 6: Resultados del software de diseño para el Pozo JAV-02.**

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

En la Imagen 5.6, podemos observar los datos ingresados (INPUT DATA) que son las condiciones de pozo presentadas anteriormente (Tabla 5.16), tenemos una presión de entrada en la bomba (Pumpintakepressure) de 674 psi, el nivel de fluido (Fluid Level, pies sobre la bomba) es de 1639 pies.

Las propiedades del fluido (Fluid properties) son las siguientes, un corte de agua (Watercut) de 28%, el agua tiene una gravedad específica (Waterspecificgravity) de 1,04, el petróleo tiene una gravedad API (Oil API gravity) de 28, una gravedad específica del fluido (Fluidspecificgravity) de 0,9299. Luego tenemos un análisis del motor y la medición de potencia, en este caso no se da el costo de la energía eléctrica, y el tipo de motor es un NEMA D (NationalElectricalManufacturersAssociation, tipificación de motores para diferentes aplicaciones).

Luego se presenta una descripción de la unidad de bombeo (Pumpingunit) en este caso Rotaflex 900, tenemos el tamaño API (API Size): R ó 320 ó 360 ó 288, tiene una longitud de carrera calculada (Calculatedstrokelength) de 290,7 pulgadas.

Tenemos la información de la tubería y de la bomba (Tubing and pump information), en la tubería un diámetro interno de 2,992 pulgadas, un diámetro externo de 3,5 pulgadas. La profundidad de la bomba (Pump depth) es de 8766 pies, una profundidad de anclaje (Tubing anchor depth) de 8907 pies, el tipo de bomba (Pump type) será inserto en la tubería, se tendrá un diámetro en el émbolo (Plunger size) de 2,25 pulgadas, la bomba tendrá una eficiencia volumétrica (Pump volumetric efficiency) del 85%.

También tenemos el diseño de la sarta de varillas (Rod String Design), que consta de los siguientes componentes (Tabla 5.21):

Diámetro (pulgadas)	Tipo de Varilla	Longitud (Pies)	Resistencia Mínima de Tensión (Psi)
1	WTF T66/XD	3141	140000
0,875	WTF T66/XD	3675	140000
0,75	WTF T66/XD	1950	140000

**Tabla 5. 21: Diseño de la sarta de varillas, Pozo JAV-02.**

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

En la Tabla 5.21, se tiene el diseño de la sarta de varillas, diámetros, longitudes, el tipo de varillas que se usará y su resistencia mínima a la tensión.

En la parte derecha del reporte del software (Imagen 5.6), tenemos los resultados calculados (CALCULATED RESULTS) por el software, una rata de producción de 369 BFPD, una producción de petróleo de 2650 BOPD (BSW=28%), la unidad de bombeo trabajará a 3,09 carreras por minuto (strokes per minute, una carrera se refiere a un viaje de bajada y uno de subida), el sistema motor ó bomba tendrá una eficiencia del 52% no existe una sumergencia elevada de la bomba de subsuelo, una carga permitida (Permissible load HP) de 68,6 HP, la bomba tendrá un carga de fluido (Fluid load onpump) de 12405 lbs, tiene una tope de carga (Peakpolished rod load) de 34199 lbs, una carga mínima (Minimumpolished rod load) de 14344 lbs, la carga en la unidad estructural es del 95%, (este valor debe ser menor al 95% para que el diseño sea aceptable), y existe un peso de varilla flotante (Buoyant rod weight) de 18076 lbs.El tamaño del motor requerido

(Required prime mover size) se encuentra de acorde a los requerimientos de la unidad de bombeo, tendrá una potencia de 40 HP, en el diseño se presenta varios tipos de motor que pueden ser usados.

Luego tenemos un análisis de torque y el consumo de electricidad (Torque analysis and electricityconsumption), tenemos un máximo de torque en la caja de engranajes que (Peak gearbox torque) 175 M pulgadas ó libra, la caja de engranajes tiene una carga (Gearbox loading) del 55% (este valor debe ser menor que el 95% para que el diseño sea aceptable), tenemos un peso del contrapeso (Counterbalanceweight) de 24,27 M libras. Posteriormente hay un análisis del consumo de energía eléctrica que tendrá la unidad de bombeo, consumo diario (Daily electric use) de 614 KWH/Día, en esta propuesta no se ingresa un valor de costo de energía eléctrica.

Se hace también el cálculo de las dimensiones de la bomba y del pistón (Tubing pump and plunger calculations) que se usarán en el diseño, en este caso no existe aumento en la tubería (Tubingstretch), ni pérdidas por el aumento de la tubería (Productionlossduetotubingstretch), la bomba tendrá una carrera bruta (Grosspumpstroke) de 238,0 pulgadas, luego se tiene el espaciamiento de la bomba (Pumpspacing) de 45,4 pulgadas desde la parte inferior, una longitud mínima de la bomba de 38 pies y un tamaño recomendado para el pistón de la bomba de 6 pies.

Al final tenemos un análisis de la tensión en la sarta de varillas (rodstring stress analysis(service factor: 0,9)), se toma en cuenta los siguientes factores que se presentan en la Tabla 5.22:

Diámetro (pulgadas)	Tipo de Varilla	Longitud (Pies)	Tensión de Carga (%)	Límite de Tensión Máximo (Psi)	Límite de Tensión Mínimo (Psi)	Tensión Mínima de Fondo (Psi)	Método de Cálculo de Tensiones.
1	WTF T66/XD	3141	77%	43666	18641	10437	API MG T/2,8
0,875	WTF T66/XD	3675	77%	41098	13169	3943	API MG T/2,8
0,75	WTF T66/XD	1950	77%	36608	4285	-453	API MG T/2,8

**Tabla 5. 22: Análisis de la tensión en la sarta de varillas, Pozo JAV-02.**

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

En el análisis de la tensión en la sarta de varillas tenemos que tomar en cuenta que los valores de la Tensión de Carga (Tabla 5.22) deben ser menores al 95% para que el diseño sea aceptable, existe el Límite de Tensión Máximo y Mínimo en relación a cada diámetro



de varilla que se usará, la Tensión Mínima de Fondo que soportarán las varillas, en el tramo de 0,75 pulgadas tiene una compresión de -453 Psi, estos tramos no se encuentran tensionados sino comprimidos.

A continuación, realizaremos una comparación de los valores de producción en el diseño del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex, con los valores de producción real con este sistema, los valores que se encuentran en la columna de Reportes de Producción son los valores promedio de la producción con este sistema (Tabla 5.23):

Arena ðU Sup.ö	Cálculos en el Diseño	Reportes de Producción (Prom.)
<b>Producción de Fluido ( BFPD):</b>	380	135
<b>Producción de Petróleo ( BPPD):</b>	274	127
<b>BSW (%)</b>	28	6
<b>SPM</b>	3,09	2,00

**Tabla 5. 23: Comparación de valores de producción, Pozo JAV-02.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

El diseño realizado para este pozo no es adecuado, está sobredimensionado, tenemos una producción promedio de 135 BFPD, este valor es mucho menor al que se tiene en el diseño (380 BFPD), existe un valor de BSW=6% que es menor al del diseño, por eso tenemos una producción promedio de petróleo de 127 BPPD, el sistema funciona a 2,00 SPM. Este sistema está sobredimensionado esto hace que el mismo no sea eficiente en su totalidad, esto hace que trabaje a baja velocidad.

### **5.1.2 Estado actual de los pozos con unidad de bombeo Rotaflex.**

Se realizará una revisión de la instalación del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex, los problemas que ha tenido durante su funcionamiento, y estado actual.

#### **5.1.2.1 Pozo EMI-03.**

El 26 ó Agosto ó 2012, se inicia con la instalación del equipo de superficie del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex 1100, hasta el 29 ó Agosto ó 2012 (ANEXO 1). A partir del 9 ó Septiembre ó 2012, empieza la instalación del motor de la unidad Rotaflex y la preparación del resto de equipos hasta el 11 ó Septiembre ó 2012 (ANEXO 2). El arranque del sistema se lo realiza el 16 ó Septiembre ó 2012, con una producción de 228 BFPD, 73 BPPD (BSW=68%), la unidad funciona con una velocidad de 1.8 carreras por minuto (SPM).

El 6 ó Octubre ó 2012, se realiza el mantenimiento preventivo de la unidad Rotaflex 1100, de acuerdo a los parámetros establecidos en los mismos, si mayor novedad (ANEXO 3). Se hace luego de esta intervención algunos ajustes en la unidad, se la pone a trabajar a 3.5 carreras por minuto (SPM) el 23 ó Octubre ó 2012.

Luego el 24 ó Diciembre ó 2012, se apaga el pozo, se toma Carta Dinamométrica donde se puede observar una posible ruptura de varillas o bomba desasentada, el 27 ó Diciembre ó 2012 se saca las varillas con desgaste en los couplings (acoples), la bomba sale con el pull tube (tubo hueco) roto, después el 29 ó Diciembre ó 2012, se trata de pescar la bomba mecánica de 2.25 pulgadas por la ruptura del pull tube (ANEXO 4), sin éxito el pozo se queda esperando Workover.

El 11 ó Marzo ó 2013 empieza el Workover 20, donde se hace el cambio de completación de bombeo mecánico por bomba atascada, se termina de sacar la tubería, y se encuentra con la presencia de escala y corrosión (ANEXO 5), al sacar la tubería se identifica donde se encuentra atascado el barril de la bomba inserta, se observa un disminución de la pared del tubo y adicional a esto una corrosión severa (Figura 5.7):



**Imagen 5. 7: Barril de 2,25 pulgadas a 9300 pies, PozoEMI-03.**

*Fuente:* Weatherford, Artificial Lift Systems.

Se recomienda la inyección de químico anti escala y anti corrosivo por medio de conductos capilares a nivel del Intake por medio del espacio anular, también se sugiere que se debe implementar materiales más resistente a la corrosión o con ambientes con mucho CO<sub>2</sub>.

A partir del 14 ó Marzo ó 2013 se realiza la reinstalación del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex 1100 (ANEXO 6), concluyendo la misma el 31 ó Marzo ó 2013, donde la unidad se queda completamente instalada lista para su funcionamiento, mientras se realizaba la instalación del sistema de bombeo mecánico se evaluaba el pozo con MTU (el pozo cuenta con completación híbrida) hasta el 14 ó Abril ó 2013 donde se intenta bajar la completación de bombeo mecánico, se encuentra con una obstrucción a 9288 pies, se procede hacer una limpieza con unidad de Coiled Tubing, luego de esta limpieza se baja la bomba de subsuelo y la sarta de varillas, el sistema de bombeo mecánico con Rotaflex 1100 inicia su operación el 18 ó Abril ó 2013.

El reporte de producción en la vista de campo encontrado fue de 426 BFPD con un BSW= 88%, una producción de petróleo de 51 BPPD del 11 ó Mayo ó 2013. A continuación tenemos imágenes de la unidad Rotaflex funcionando.



**Imagen 5. 8: Estado del Pozo EMI-03.**

*Fuente:* Darwin P. Molina M.

#### *5.1.2.2 Pozo EMI-14D.*

Al realizar la evaluación de este pozo, se tiene muchos problemas y bajo aporte, es por eso que en este pozo no se realizó la instalación del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex, este pozo al momento de la visita al campo está cerrado, para los análisis posteriores ya no se tomará en cuenta este pozo.

#### *5.1.2.3 Pozo EMI-41D.*

La instalación integral de bombeo mecánico con unidad de bombeo Rotaflex, empieza el 20 ó Enero ó 2013 y concluye el 02 ó Febrero ó 2013 (ANEXO 7), se realiza la instalación de un equipo Rotaflex 900, del equipo de fondo de bombeo mecánico y bomba mecánica de dos etapas y también se realiza el arranque de equipo integral de bombeo mecánico, monitoreo y estabilización de parámetros, al final de la instalación se arma el Equipo Echometer, se registra un nivel de fluido de 4145 pies de sumergencia

(78% de líquido) y Carta Dinamométrica de fondo muestra full pump (bomba llena), con un recorrido efectivo del pistón superior al 99%, con una velocidad promedio de bombeo de 1,97 carreras por minuto (SPM), el equipo se queda operando sin novedad. El 03 ó Febrero ó 2013 se registre una producción de 152 BFPD, 92 BPPD y un BSW del 40%.

El 12 ó Marzo ó 2013, se realiza el mantenimiento respectivo de la unidad de superficie Rotaflex 900, se realiza el mantenimiento preventivo (ANEXO 8) de acuerdo a los parámetros establecidos en el mismo, cabe destacar que no se encuentra mayores novedades.

Luego, 24 ó Marzo ó 2013 se hace un arranque integral del equipo de bombeo mecánico por un reporte de parada, también se hace un monitoreo y estabilización de parámetros (ANEXO 9). En la visita de campo se reporta una producción de 174 BFPD, con un BSW del 50%, dando una producción de 87 BPPD al 24 ó Mayo ó 2013.

A continuación se presenta imágenes de la unidad Rotaflex en este pozo:



**Imagen 5. 9: Estado del Pozo EMI-41D.**

*Fuente:* Darwin P. Molina M.

#### *5.1.2.4 Pozo AZU-15.*

El 20 ó Junio ó 2012 empieza la instalación de la unidad Rotaflex 900, instalación del sistema de control y equipo de fondo, hasta el 30 ó Junio ó 2012 (ANEXO 10), el 25 ó Julio ó 2012 se tiene una producción de 212 BFPD, 208 BPPD (BSW=2%), el BSW se mantiene constante.

Posteriormente, el 08 ó Septiembre ó 2012 se realiza el mantenimiento preventivo en la unidad Rotaflex 900 (ANEXO 11), donde también se realiza una optimización de los parámetros de operación del sistema de bombeo mecánico, los parámetros se encuentran estables y la unidad trabaja a una velocidad de 1,25 carreras por minuto (SPM).

La producción se mantiene hasta el 18 ó Noviembre ó 2012, 110 BPPD con un BSW=1%, se hace el fracturamiento hidráulico a la arena U Superior (US) en el W.O. No. 17, luego de este, el 06 ó Diciembre ó 2012 se realiza la instalación de fondo (ANEXO 12), el 20 ó Diciembre ó 2012 se tiene un reporte de producción de 102 BPPD con un BSW=1% con la unidad de bombeo Rotaflex 900.

El 26 ó febrero ó 2013, se hace una intervención en el pozo (ANEXO 13), podemos notar que en los reportes de producción existe una disminución en la misma, es por eso que se hace necesaria esta intervención, donde se llega a la conclusión de la falla, de acuerdo a las Cartas Dinamográficas se nota que la bomba mecánica levanta muy poco fluido con la posibilidad de que las válvulas de la bomba no estén trabajando correctamente por presencia de gas o sólidos.

Hasta el 07 ó Marzo ó 2013 hay un reporte de producción de 28 BPPD con un BSW=2%, y al 8 ó Marzo ó 2013 la bomba mecánica se atasca, el pozo espera Workover.

A continuación presentamos imágenes de la unidad de bombeo Rotaflex que estuvo instalada en este pozo:





**Imagen 5. 10: Unidad de bombeo Rota-flex retirada del Pozo AZU-15.**

*Fuente: Darwin P. Molina M.*

#### *5.1.2.5 Pozo DAN-09.*

La instalación del sistema de bombeo mecánico con unidad de bombeo Rota-flex 900 empieza el 28 ó Septiembre ó 2012 (ANEXO 14), se realiza la instalación del equipo de fondo y superficie, se hace la toma de niveles y monitoreo de los parámetros, esta instalación termina el 06 ó Octubre ó 2012, se toma el nivel de fluido dando una sumergencia de 844 pies, y una Carta Dinamográfica con un llenado de bomba del 98%, la unida trabaja a 3 carreras por minuto (SPM).

El 05 ó Marzo ó 2013 (ANEXO 15), se realiza el desmontaje de la unidad Rota-flex por daño mecánico (daño en el top sprocket (piñón superior)), hay que tomar en cuenta que en la unidad Rota-flex no se realizó el mantenimiento preventivo, se hace la instalación de una nueva unidad Rota-flex 900, se toman los parámetros del sistema, el nivel de sumergencia es de 1300 pies, el llenado de la bomba de subsuelo es óptimo con el 92%.

El 04 ó Junio ó 2013 tenemos un reporte de producción de 181 BFPD, 179 BPPD (BSW=1%). A continuación tenemos las imágenes de la nueva unidad de bombeo Rotaflex, que funciona en este pozo:



**Imagen 5. 11: Estado del Pozo DAN-09.**

*Fuente: Darwin P. Molina M.*

#### *5.1.2.6 Pozo JAV-02.*

En este pozo la instalación inicia el 16 ó Junio ó 2012, con la instalación de la unidad de bombeo Rotaflex 900, equipo de fondo, variador, controlador, y se espera la estabilización de parámetros (ANEXO 16), la instalación concluye el 21 ó Junio - 2012. A partir del 24 ó Junio ó 2012, arranca el sistema de bombeo mecánico con Rotaflex, con una producción de 270 BFPD, 162 BPPD con BSW=40%.

El 07 ó Agosto ó 2012, se realiza el mantenimiento preventivo de la unidad de bombeo Rotaflex 900 (ANEXO 17), donde no se registra novedad alguna tan solo se sigue el procedimiento para el mantenimiento.



Después el 08 ó Diciembre ó 2012 se inicia el W.O. No. 13, se realiza un fracturamiento hidráulico en la arena U Superior (US), éste finaliza el 27 ó Diciembre ó 2012. A partir del 01 ó Enero ó 2013 un reporte de falla mecánica en el equipo de subsuelo, se hace la instalación de un equipo de fondo nuevo (ANEXO 18) hasta el 07 ó Enero ó 2013, donde se arranca unidad Rotaflex 900, se registra los siguientes valores de producción; 180 BFPD, 2 BPPD con un BSW=99%, al día siguiente se intenta arrancar nuevamente la unidad pero sin ningún resultado, el pistón de la bomba de subsuelo está atascado, el 09 ó Enero ó 2013 (ANEXO 19), se hace el registro de nivel y dinamograma, para confirmar el desasentamiento de la bomba mecánica debido a colapso de pistón y barril.

El último reporte de producción con bombeo mecánico (PPM) se da el 22 ó Noviembre ó 2012, con una producción de 92 BFPD, 90 BPPD con un BSW=2%, el 03 ó Mayo ó 2013 existe un reporte de producción con sistema de bombeo hidráulico de 216 BFPD, 200 BPPD con un BSW=8%, ya que el pozo tiene una completación híbrida.

Se hace la inspección de la bomba de subsuelo que presento la falla, podemos destacar las siguientes conclusiones, la bomba se atascó debido a la producción de arena, esto hizo que el conjunto móvil de la bomba se quede atascado dentro del conjunto fijo, en consecuencia las válvulas móvil y fija se encuentran obstruidas, ocasionando así que no exista levantamiento de fluido (ANEXO 20).

## **5.2 Inversiones.**

### **5.2.1 Inversiones por pozo.**

En esta parte se tomará en cuenta la inversión que se realiza por la compra de equipos requeridos para el funcionamiento del sistema de bombeo mecánico con unidad Rotaflex, costos de Workover por la instalación del mismo (valor referencial para todos los pozos) y el costo de la instalación por parte de la empresa proveedora del sistema, que es un valor referencial que será el mismo para todos.

#### 5.2.1.1 Pozo EMI-03.

En la Tabla 5.24 se muestra los valores de la inversión en los equipos, los costos de Workover y los valores de instalación, el detalle de los equipos requeridos para el sistema se encuentran en el ANEXO 21.

Descripción	Valor (USD)
Inversión por los equipos requeridos.	504.470,96
Costos Workover.	30.000,00
Costos de instalación.	10.000,00
Inversión total	<b>544.470,96</b>

**Tabla 5. 24: Valores de la inversión en el Pozo EMI-03.**

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*

*Realizadopor: Darwin P. Molina M.*

La inversión total en este pozo es de 544.470,96 USD.

#### 5.2.1.2 Pozo EMI-41D.

En la Tabla 5.25 se muestra los valores de la inversión en los equipos y los valores de instalación, el detalle de los equipos requeridos para el sistema se encuentran en el ANEXO 22.

Descripción	Valor (USD)
Inversión por los equipos requeridos.	422.015,90
Costos de torre de Workover.	30.000,00
Costos de instalación.	7.500,00
Inversión total	<b>459.515,90</b>

**Tabla 5. 25: Valores de la inversión en el Pozo EMI-14D.**

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*

*Realizadopor: Darwin P. Molina M.*

La inversión total en este pozo es de 459.515,90 USD.

#### 5.2.1.3 Pozo AZU-15.

En la Tabla 5.26 se muestra los valores de la inversión en los equipos y los valores de instalación, el detalle de los equipos requeridos para el sistema se encuentran en el ANEXO 23.

Descripción	Valor (USD)
Inversión por los equipos requeridos.	438.502,55
Costos de torre de Workover.	30.000,00
Costos de instalación.	10.000,00
Inversión total	<b>478.502,55</b>

**Tabla 5. 26: Valores de la inversión en el Pozo AZU-15.**

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*

*Realizado por: Darwin P. Molina M.*

La inversión total en este pozo es de 438.502,55 USD, hay que tomar en cuenta que la mayoría de los componentes del sistema ya fueron adquiridos para el pozo EMI-14D, en el que no se realizó la instalación, es por esta razón que en la lista de equipos requeridos (ANEXO 23) solo tiene un valor a pagar de 2.125,52 USD, se asume el valor total de los equipos porque es una inversión realizada por la empresa operadora.

#### 5.2.1.4 Pozo DAN-09.

En la Tabla 5.27 se muestra los valores de la inversión en los equipos y los valores de instalación, en este caso no existe el detalle de los equipos, simplemente existe el costo por el sistema integral de bombeo mecánico con unidad Rotaflex en el ANEXO 23, además esta inversión es asumida por el consorcio que hace la Optimización de la Producción y Recuperación de Reservas.

Descripción	Valor (USD)
Inversión por los equipos requeridos.	428.304,70
Costos de torre de Workover.	30.000,00
Costos de instalación.	10.000,00
Inversión total	<b>468.304,70</b>

**Tabla 5. 27: Valores de la inversión en el Pozo DAN-09.**

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*

*Realizadopor: Darwin P. Molina M.*

La inversión total en este pozo es de 468.304,70 USD.

#### 5.2.1.5 Pozo JAV-02.

En la Tabla 5.28 se muestra los valores de la inversión en los equipos y los valores de instalación, el detalle de los equipos requeridos para el sistema se encuentran en el ANEXO 25.

Descripción	Valor (USD)
Inversión por los equipos requeridos.	437.294,46
Costos de torre de Workover.	30.000,00
Costos de instalación.	10.000,00
Inversión total	<b>477.294,46</b>

**Tabla 5. 28: Valores de la inversión en el Pozo JAV-02.**

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*

*Realizadopor: Darwin P. Molina M.*

La inversión total en este pozo es de 477.294,46 USD.

### 5.2.2 Tiempo de recuperación de la inversión.

Para hacer el cálculo de la recuperación de la inversión es necesario tener el precio del barril de petróleo, la producción promedio en cada pozo, el número de días de operación de los equipos. Se tiene un precio de 90 USD/B, un costo de operación de 10 USD/B, que será utilizado para el análisis en todos los pozos.

### 5.2.2.1 Pozo EMI-03.

De acuerdo a los reportes de producción presentados en el Capítulo 4, tenemos la siguiente producción promedio: 480 BFPD, 88 BPPD (BSW=82% promedio). El sistema ha funcionado por 123 días.

En la Tabla 5.24, vemos los valores de producción, y los cálculos de los ingresos generados por este sistema de levantamiento artificial.

Descripción	Valores
Precio por barril:	90,00 (USD/B)
Costo por barril:	10,00 (USD/B)
Utilidad por barril:	80,00 (USD/B)
Días de funcionamiento del sistema:	123 Días
Producción promedio diaria:	88 BPPD
Ingresos diarios:	7.040,00 USD/Día
Producción total con este sistema:	10.824 B

**Tabla 5. 29: Descripción de los ingresos por el Pozo EMI-03.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

*Realizado por: Darwin P. Molina M.*

Ahora realizaremos el cálculo del tiempo de recuperación de la inversión, tenemos una inversión total de 514.470,96 USD:

$$I_{\text{Total}} = \frac{I_{\text{Total}}}{\text{Utilidad por barril}} = \frac{514.470,96 \text{ USD}}{80,00 \text{ USD/B}} = 6.430,89 \text{ B}$$

$$T_{\text{Recuperación}} = \frac{I_{\text{Total}}}{\text{Ingresos diarios}} = \frac{514.470,96 \text{ USD}}{7.040,00 \text{ USD/Día}} = 73,08 \text{ Días}$$

### 5.2.2.2 Pozo EMI-41D.

De acuerdo a los reportes de producción presentados en el Capítulo 4, tenemos la siguiente producción promedio: 196 BFPD, 96 BPPD (BSW=51% promedio). El sistema ha funcionado por 114 días.

En la Tabla 5.25, vemos los valores de producción, y los cálculos de los ingresos generados por este sistema de levantamiento artificial.

Descripción	Valores
Precio por barril:	90,00 (USD/B)
Costo por barril:	10,00 (USD/B)
Utilidad por barril:	80,00 (USD/B)
Días de funcionamiento del sistema:	114 Días
Producción promedio diaria:	96 BPPD
Ingresos diarios:	7.680,00 USD/Día
Producción total con este sistema:	10.944 B

**Tabla 5. 30: Descripción de los ingresos por el Pozo EMI-41D.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

*Realizado por: Darwin P. Molina M.*

Ahora realizaremos el cálculo del tiempo de recuperación de la inversión, tenemos una inversión total de 429.515,90 USD:

$$429.515,90 \text{ USD} = \frac{7.680,00 \text{ USD/Día} \times \left(\frac{\text{Días}}{\text{Día}}\right)}{1 \text{ USD/Día} \times \left(\frac{\text{Días}}{\text{Día}}\right)}$$

$$429.515,90 \text{ USD} = \frac{7.680,00 \text{ USD/Día} \times \left(\frac{\text{Días}}{\text{Día}}\right)}{1 \text{ USD/Día} \times \left(\frac{\text{Días}}{\text{Día}}\right)} = 55,92 \text{ Días}$$

### 5.2.2.3 Pozo AZU-15.

De acuerdo a los reportes de producción presentados en el Capítulo 4, tenemos la siguiente producción promedio: 196 BFPD, 96 BPPD (BSW=51% promedio). El sistema ha funcionado por 114 días.

En la Tabla 5.26, vemos los valores de producción, y los cálculos de los ingresos generados por este sistema de levantamiento artificial.

Descripción	Valores
Precio por barril:	90,00 (USD/B)
Costo por barril:	10,00 (USD/B)
Utilidad por barril:	80,00 (USD/B)
Días de funcionamiento del sistema:	192 Días
Producción promedio diaria:	79 BPPD
Ingresos diarios:	6.320,00 USD/Día
Producción total con este sistema:	15.168 B

**Tabla 5. 31: Descripción de los ingresos por el Pozo AZU-15.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

*Realizado por: Darwin P. Molina M.*

Ahora realizaremos el cálculo del tiempo de recuperación de la inversión, tenemos una inversión total de 438.502,55 USD:

$$\frac{438.502,55 \text{ USD}}{6.320,00 \text{ USD/Día}} = \frac{438.502,55 \text{ USD}}{6.320,00 \text{ USD/Día}} = 69,54 \text{ Días}$$

$$\frac{438.502,55 \text{ USD}}{80,00 \text{ USD/B}} = \frac{438.502,55 \text{ USD}}{80,00 \text{ USD/B}} = 5.481,28 \text{ B}$$

#### 5.2.2.4 Pozo DAN-09.

De acuerdo a los reportes de producción presentados en el Capítulo 4, tenemos la siguiente producción promedio: 177 BFPD, 169 BPPD (BSW=5% promedio). El sistema ha funcionado por 243 días.

En la Tabla 5.27, vemos los valores de producción, y los cálculos de los ingresos generados por este sistema de levantamiento artificial.

Descripción	Valores
Precio por barril:	90,00 (USD/B)
Costo por barril:	10,00 (USD/B)
Utilidad por barril:	80,00 (USD/B)

Días de funcionamiento del sistema:	243 Días
Producción promedio diaria:	169 BPPD
Ingresos diarios:	13.520,00 USD/Día
Producción total con este sistema:	41.067 B

**Tabla 5. 32: Descripción de los ingresos por el Pozo DAN-09.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

*Realizado por: Darwin P. Molina M.*

Ahora realizaremos el cálculo del tiempo de recuperación de la inversión, tenemos una inversión total de 438.304,70 USD:

$$\frac{438.304,70 \text{ USD}}{13.520,00 \text{ USD/Día}} = \frac{438.304,70 \text{ USD}}{13.520,00 \text{ USD/Día}} = 32,41 \text{ Días}$$

$$\frac{438.304,70 \text{ USD}}{13.520,00 \text{ USD/Día}} = \frac{438.304,70 \text{ USD}}{13.520,00 \text{ USD/Día}} = 32,41 \text{ Días}$$

#### 5.2.2.5 Pozo JAV-02.

De acuerdo a los reportes de producción presentados en el Capítulo 4, tenemos la siguiente producción promedio: 135 BFPD, 122 BPPD (BSW=6% promedio). El sistema ha funcionado por 155 días.

En la Tabla 5.28, vemos los valores de producción, y los cálculos de los ingresos generados por este sistema de levantamiento artificial.

Descripción	Valores	
Precio por barril:	90,00	(USD/B)
Costo por barril:	10,00	(USD/B)
Utilidad por barril:	80,00	(USD/B)



Días de funcionamiento del sistema:	155 Días
Producción promedio diaria:	122 BPPD
Ingresos diarios:	9.760,00 USD/Día
Producción total con este sistema:	18.910 B

**Tabla 5. 33: Descripción de los ingresos por el Pozo JAV-02.**

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

*Realizado por: Darwin P. Molina M.*

Ahora realizaremos el cálculo del tiempo de recuperación de la inversión, tenemos una inversión total de 447.294,46 USD:

$$\frac{447.294,46 \text{ USD}}{9.760,00 \text{ USD/Día}} = \frac{447.294,46 \text{ USD}}{9.760,00 \text{ USD/Día}} = 45,82 \text{ Días}$$

$$\frac{447.294,46 \text{ USD}}{9.760,00 \text{ USD/Día}} = \frac{447.294,46 \text{ USD}}{9.760,00 \text{ USD/Día}} = 45,82 \text{ Días}$$

## CAPITULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones.

- Con la información de los historiales de producción y de Workover (W.O.) en los pozos: EMI-03, EMI-41D, AZU-15, DAN-09 y JAV-02, donde se realizó la instalación del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex, se pudo conocer el estado de los pozos, antes y después de la instalación de este sistema.
- Con la información de los historiales de producción y de Workover (W.O.) en el pozo: EMI-14D, se pudo determinar que no se realizó la instalación del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex, por el bajo aporte que presentaba este pozo, el mismo que se encuentra cerrado.
- De los cinco pozos donde se realizó la instalación del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex, solo se encuentran operativos los siguientes: EMI-03, EMI-41D, DAN-09. Los pozos en estado no operativo son los siguientes: AZU-15 y JAV-02.
- En el pozo EMI-03 se tuvo problemas con la completación fondo por la corrosión, se hizo un cambio de la misma, no existe problemas con la unidad Rotaflex.
- No existió novedades en el mantenimiento preventivo de la unidad Rotaflex del pozo EMI-41D, ni en la completación de fondo.
- En el pozo AZU-15, luego del fracturamiento hidráulico realizado existe una disminución en la producción, la bomba de subsuelo se atasca por presencia de arena, no existe problemas con unidad Rotaflex.
- En el pozo DAN-09, no existe novedades en la completación de fondo, existe un problema en la unidad Rotaflex por no realizar el mantenimiento preventivo, por esta razón es cambiada la unidad.

- En el pozo JAV-02, luego del fracturamiento hidráulico, el pistón de la bomba de subsuelo se atasca debido a la presencia de arena, la unidad Rotaflex no presenta problemas.
- Las inversiones realizadas en los pozos son recuperadas en todos los casos, en algunos existe más demora, esto depende de la producción de cada pozo, el uso de la unidades de bombeo Rotaflex es rentable.

## **6.2 Recomendaciones.**

- Se debe tomar en cuenta los historiales de producción y Workover, para diseños posteriores, con esto se puede conocer los problemas que se tuvieron con otros sistemas de levantamiento artificial y así realizar un diseño de acuerdo a las condiciones reales del pozo, tomando en cuenta el tipo de fluidos que se va a producir y su efecto en los equipos de subsuelo.
- En los pozos donde se evidencia la presencia de corrosión y escala en los equipos de subsuelo, se recomienda dar el tratamiento químico respectivo al crudo para evitar problemas serios con los mismos.
- Se recomienda realizar los mantenimientos preventivos en los plazos propuestos por la empresa proveedora del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex, para evitar daños severos como ocurrió en el pozo DAN-09.
- Luego de un fracturamiento hidráulico se recomienda hacer una limpieza adecuada en el fondo del pozo, para evitar daños en los equipos que entren a operar posteriormente.
- Para la implementación de este sistema de levantamiento artificial en otros pozos, es necesario realizar una revisión más detenida de la información que se tiene, esto permitirá realizar un diseño adecuado evitando problemas posteriores.

- “ Es recomendable la instalación de este sistema en otros pozos, pero con un estudio real de las condiciones en las que operaría, en lo que se refiere a la producción de fluidos, su composición y su daño en los equipos de fondo.

## CAPÍTULO VIII

### 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

#### 7.1 Referencias citadas.

- 1) <sup>1,2</sup> Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental, Carrera de Ingeniería de Petróleos, Información 2013.
- 2) <sup>3,4,5</sup> <http://www.she.gob.ec/portal/es/web/hidrocarburos/acerca-de-la-secretariaSHE> ó Todos los derechos reservados.
- 3) <sup>6,7,8,9</sup> Baby P., Rivadeneira M., (2004) Barragán R. òLa Cuenca Oriente: Geología y Petróleoö.

#### 7.2 Referencias consultadas.

- 1) CAMPOS Orlando, PANCHI Cristian, òEstudio para el cambio de sistema de levantamiento artificial a bombeo mecánico en el Campo Lago Agrio operado por EP-Petroecuadorö, tesis de grado publicada en la red, EPN, Quito ó Ecuador, Septiembre 2011.
- 2) JARA Israel, òEvaluación técnica . económica de los sistemas de levantamiento artificial en los campos Pindo y Palanda - Yuca Sur†, tesis de grado no publicada, UCE, Quito ó Ecuador, 2012.
- 3) Baby P., Rivadeneira M., (2004) Barragán R. òLa Cuenca Oriente: Geología y Petróleoö.
- 4) ´
- 5) DOMINGO Luis, òDiseño de instalaciones de levantamiento artificial por bombeo mecánicoö, PDVSA 2002.

- 6) MARTTELO Claudia, %Aplicación de Tecnologías No Convencionales de Bombeo Mecánico En México+, Tesis de Grado Publicada, UNAM, México D.F, 2010.

### 7.3 Webgrafía.

- 1) <http://www.weatherford.com/weatherford/groups/web/documents/weatherfordcorp/WFT066370.pdf>, òUnidad Rotaflex, de carrera largaö. 2013/02/01.
- 2) <http://www.weatherford.com/weatherford/groups/web/documents/weatherfordcorp/WFT052259.pdf>, òRotaflex, Rollback systemö, 2013/02/01.
- 3) <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/curso-seguridad-industrial/curso-seguridad-industrial.pdf>. òCurso Seguridad Industrialö. 2013/07/09.
- 4) [http://www.apmarin.com/download/692\\_segin1.pdf](http://www.apmarin.com/download/692_segin1.pdf). òSeguridad Industrialö, 2013/07/09.

## CAPÍTULO VIII

### 8. APÉNDICES Y ANEXOS.

#### 8.1 Apéndices.

*Apéndice 1: Glosario de términos.*

**Carta Dinamométrica.**-Las cartas dinamométricas registradas en superficie, en pozos producidos con Bombeo Mecánico brindan información esencial para el diseño y diagnóstico del sistema de extracción. El concepto de dinamometría lleva consigo la interpretación en superficie de lo que está pasando en el fondo de pozo. El uso principal de la carta dinamométrica de la bomba es el de identificar y analizar los problemas de fondo de pozos.

**Equipo Echometer.**- Es un equipo que permite tomar niveles de fluido, presión de fondo en pozos productores, también medidas dinamométricas.

**NEMA.**- National Electrical Manufacturers Association (*Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos*). Es una clasificación de los motores de corriente continua. Nema A, motores con alto torque, deslizamiento lineal bajo y corriente de arranque alta. Nema B, Torque y corriente de arranque normales, bajo deslizamiento de carga. Nema C, Torque alto, deslizamiento nominal normal, corriente de arranque normal. Nema D, Torque alto, alto deslizamiento nominal, baja corriente de arranque.

*Apéndice 2: Abreviaturas.*

<b>B</b>	Barriles.
<b>BFPD</b>	Barriles de fluido por día.
<b>BPPD</b>	Barriles de Petróleo por día.
<b>BSW</b>	Contenido de agua y sedimentos en el petróleo.
<b>CSG</b>	Casing
<b>HP</b>	Caballo de fuerza.
<b>PPG</b>	Pozo produciendo por Gas Lift.
<b>PPS</b>	Pozo produciendo por Bombeo Electrosumergible.
<b>PPH</b>	Pozo produciendo por Bombeo Hidráulico.
<b>PPM</b>	Pozo produciendo por Bombeo Mecánico.
<b>TBG</b>	Tubing
<b>LBS/FT</b>	Libras por pie cúbico.
<b>SPM</b>	Strokes por minuto.



## 8.2 Anexos.

### Anexo 1: Reporte de instalación del equipo Rotaflex en el pozo EMI-03.

Compañía	EPP	Provincia:	SUCUMBOS	Ciudad:	LAGO-AGRIO	Equipo:	-
Campo	EMI	Pozo	EMI-03	Tipo de Trabajo	Instalación Equipo de Superficie Rotaflex 1100		
					Instalación de WellPilot y Control		
					DÍAS	4	
<b>COMPLETAMIENTO</b>							
Revestimiento	Profundidad Pozo		-		Bomba:	De Tubería	Inserta
Prot. Bomba:	Tubería Anclada:		SI	NO	Prof.	Barra lisa:	Espaciamiento:
FM:	ft	NF:	ft	Arenado	%	Longitud barra lisa por encima de la grapa:	Pulgadas
(Fondo Medido)	(Nivel de Fluido)						
<b>DATOS DE LA UNIDAD DE BOMBEO</b>				<b>UNIDAD DE POTENCIA MOTOR</b>			
Modelo	Rotaflex 1100			Marca	WFT	Model	NEMA
Marca	WFT	SPM	-	Polea	20"	AMP	118
Recorridos de la unidad:	306"		Actual:	306"			
<b>MOTIVO DE LA INTERVENCIÓN</b>							
Instalación de Equipo Rotaflex 1100							
Instalación de WellPilot, Motor y Accesorios							
<b>FECHA</b>	<b>DESDE</b>	<b>HASTA</b>	<b>HORAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD</b>			
26-Ago	07:00	10:00	03:00	Se carga equipos en base 2 de Weatherford para movilizar al pozo GTA-03			
	10:00	12:00	02:00	Movilización de personal de Weatherford con equipos de superficie y fondo de bombeo mecánico al pozo GTA-03.			
	12:45	13:00	00:15	Reunión de Seguridad Pre Operacional con personal involucrado en la instalación de equipos. Plan de izaje de operador de grúa.			
	13:00	13:30	00:30	Se realiza una revisión de la Viga "H" y cama de arena (coloca marcas). Se ubica la grúa en posición perpendicular a la cama de arena, cerca de la mitad de la misma y se alinea la base de concreto a 5 3/8" del eje del pozo.			
	13:30	15:00	01:30	Con la grúa en la misma posición se ubica el camión con el Rotaflex cargado paralelo a la grúa. Usando 4 cables de wireline de 20 pies atados a los cáncamos de izaje de la unidad se levanta el Rotaflex y se posiciona sobre la base de concreto con el frente del patín de la unidad a 7' de los soportes de alineación. Se asegura con los dos botones de seguridad.			
	15:00	16:00	01:00	Una vez asegurada, se coloca una manilla alrededor del colgador, se instalan los rompe-vientos y guardas, se sacan los tacos de madera (seguro de la caja de contrapesos).			
27-Ago	16:00	18:00	02:00	Se sacan los cables de 20' de las orejas para carga y se colocan dos cables en las orejas de izaje. Se liberan los pines de los soportes y el operador levanta suavemente hasta alcanzar la posición vertical. Se asegura los pernos transversales. <b>NOTA:</b> Esta pendiente la instalación de fondo por esta razón se retrocede el equipo 8' para que no interfiera con las operaciones.			
	08:00	08:30	00:30	Personal de Weatherford se moviliza a locación de pozo GTA-03 y se realiza reunión de seguridad pre operacional antes del inicio de las tareas.			
	08:30	10:30	02:00	Instalación de motor de 100 HP, alineación de poleas (20" reductora; 14" motor) con correa de 5 canales.			
28-Ago	10:30	16:00	05:30	Instalación de WellPilot, cableado de Speed Sentry.			
	08:00	08:30	00:30	Personal de Weatherford se moviliza a locación de pozo GTA-03 y se realiza reunión de seguridad pre operacional antes del inicio de las tareas.			
	08:30	16:00	07:30	Se continúa con la instalación del WellPilot (control), pendiente la instalación del motor por parte de EPP			
	08:30	15:00	06:30	Con ayuda de canasta se limpia Unidad con desengrasante.			
	13:00	14:00	01:00	Se ajusta las pastillas de freno (0,05") en el freno manual retirando el perno de seguridad y se ajusta la tuerca. Adicional se calibra el freno manual para que exista un juego mínimo en la manija.			
29-Ago	14:00	16:00	02:00	Finalmente se gradúa el sensor de velocidad (inductivo) a una distancia de 0,60" del disco y se coloca los protectores del freno y de las poleas.			
	08:30	09:00	00:30	Personal de Weatherford se moviliza a locación de pozo GTA-03 y se realiza reunión de seguridad pre operacional antes del inicio de las tareas.			
	09:00	11:00	02:00	Con ayuda de brazo hidráulico se colocan 35 galones de aceite 80w90 en estructura y 65 galones de aceite Meropa 220 en reductora. Se lubrican rodamientos (sprocket, top drum) con grasa multifak ep2.			

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

Anexo 2: Reporte de instalación del motor y preparación de equipos en el pozo EMI-03.

<b>COMPLETAMIENTO</b>				
Revestimiento	Profundidad Pozo		Bomba: De Tubería <input type="checkbox"/> Inserta <input type="checkbox"/>	
Prof. Bomba:	Tubería Anclada: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Prof.	Barra lisa:	Espaciamiento:
FM: _____ ft	NF: _____ ft	Arenado _____ %	Longitud barra lisa por encima de la grapa: _____ Pulgadas	
(Fondo Medido)	(Nivel de Fluido)			
<b>DATOS DE LA UNIDAD DE BOMBEO</b>			<b>UNIDAD DE POTENCIA MOTOR</b>	
Modelo	Rotalflex 1100		Marca	WFT
Marca	WFT	SPM	Polea	20"
Recorridos de la unidad:	306"	Actual:	306"	
<b>MOTIVO DE LA INTERVENCION</b>				
Instalación de motor de 100 HP				
Preparación de equipos				

FECHA	DESDE	HASTA	HORAS	DESCRIPCION ACTIVIDAD
9-Sep	6:00	6:30	0:30	Personal de Weatherford se moviliza a locación de pozo GTA-03 y se realiza reunión de seguridad pre operacional antes del inicio de las tareas.
	6:30	9:00	2:30	Stand-by. NO SE SUSPENDE EVALUACION
	12:00	14:00	2:00	Mantenimiento de protectores de freno y poleas. Personal de EPP prepara varillas, limpia rosca y coloca coupling.
	14:00	17:00	3:00	Instalación eléctrica del motor (conexión delta)
	17:00	17:30	0:30	Se realiza el auto ajuste del motor (prueba sin rotación)
10-Sep	7:00	7:30	0:30	Personal de Weatherford se moviliza a locación de pozo GTA-03 y se realiza reunión de seguridad pre operacional antes del inicio de las tareas.
	7:30	18:00	10:30	Se suspende evaluación, MTU intenta recuperar bomba jet sin éxito. W/L intenta pescar bomba sin éxito (pulling tool pescado). Unidad de swab baja a pescar pulling tool y recupera. Intenta recuperar bomba sin éxito.
NOTA: Se suspende temporalmente la corrida de bomba y varillas por problemas en recuperar la bomba jet				

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

Anexo 3: Reporte de mantenimiento preventivo de 1000 horas en la unidad Rotaflex 1100, pozo EMI-03.

<b>COMPLETAMIENTO</b>				
Revestimiento	Profundidad Pozo		Bomba:	De Tubería <input type="checkbox"/> Inserta <input checked="" type="checkbox"/>
Prof. Bomba:	Tubería Anclada:	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Prof.	Barra lisa: <input type="checkbox"/> Espaciamiento: <input type="checkbox"/>
FM: <input type="text"/> ft	NF: <input type="text"/> ft	Arenado <input type="text"/> %	Longitud barra lisa por encima de la grapa: <input type="text"/> Pulgadas	
(Fondo Medido)	(Nivel de Fluido)			
<b>DATOS DE LA UNIDAD DE BOMBEO</b>			<b>UNIDAD DE POTENCIA MOTOR</b>	
Modelo	ROTAFLEX 1100		Marca	WFT Model <input type="text"/>
Marca	WFT	SPM <input type="text"/>	Polea	AMP <input type="text"/> RPM <input type="text"/> HP <input type="text"/>
Recorridos de la unidad: <input type="text"/>			Actual: <input type="text"/>	
<b>MOTIVO DE LA INTERVENCIÓN</b>				
Mantenimiento de 1000 horas <i>(Por garantía del Equipo y O/H/O)</i>				
<b>FECHA</b>	<b>DESDE</b>	<b>HASTA</b>	<b>HORAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD</b>
6-Oct	13:00	14:00	1:00	Traslado de personal de Weatherford para Guania 03.
	14:00	15:00	1:00	Se realiza la inspección de la unidad. Se observa funcionamiento de las ruedas del carro de contrapesas, se observa el aceite de la unidad, se observa el funcionamiento del telescopio y la tensión de la cadena
	15:00	19:00	4:00	Se realiza paro de la unidad. Se realiza vaciado y drenado con vacuum de aceite de reservorio de cadena y caja reductora. Se coloca 63 galones de aceite 220 en caja reductora y se coloca 40 galones en reservorio.
				Se nota que la tensión de la cadena es muy baja, por lo que se realiza alineación de telescopio. Se deja la tensión aproximada a 1 pulgada de juego.
				Se revisa las pastillas de freno, huelgo de los frenos con el disco, se corrige distancias, se ajusta sistema de frenos. Se revisa balanceo de disco de freno.
				Se realiza re-ajuste de las ruedas del carro de contrapesas, se revisa alineación del carro con relación a la estructura de la unidad. Adicional, se detecta que los dientes de catalina superior e inferior tienen rozamiento con la cadena, por lo que se mueve carro de contrapesas 1/4" hacia adelante para evitar el desgaste.
				Se coloca grasa EP 2 en los rodamientos de la unidad.
				Se realiza encendido de la unidad, y se monitorea el funcionamiento.
	19:00	19:40	0:40	Retorno a Lago Agrio.

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

Anexo 4: Reporte de pesca de bomba mecánica en fondo por partidura de pull tube, pozo EMI-03.

<b>COMPLETAMIENTO</b>				
Revestimiento: _____	Profundidad Pozo: _____	Bomba: _____	De Tubería: _____	Inserta: <u>  X  </u>
Prof. Bomba: _____	Tubería Anclada: SI <u>  X  </u> NO _____	Prof. _____	Barra lisa: _____	Espaciamiento: _____
FM: _____ ft	NF: _____ ft	Arenado: _____ %	Longitud barra lisa por encima de la grapa: <u>  36  </u> pulgadas	
(Fondo Medido)	(Nivel de Fluido)			
<b>DATOS DE LA UNIDAD DE BOMBEO</b>		<b>UNIDAD DE POTENCIA MOTOR</b>		
Modelo: _____	ROTAFLEX-1100	Marca: _____	LEESON	Modelo: _____
Marca: <u>  WFT  </u>	SPM: <u>  2.5  </u>	Polea: <u>  N/A  </u>	AMP: <u>  108  </u>	RPM: <u>  1760  </u>
Recorridos de la unidad: _____	Actual: _____	HP: <u>  75  </u>		
<b>MOTIVO DE LA INTERVENCIÓN</b>				
PESCA DE BOMBA DE 2.25 MECANICA EN FONDO POR PARTIDURA DE PULL TUBE EN LA MISMA.				
<b>FECHA</b>	<b>DESDE</b>	<b>HASTA</b>	<b>HORAS</b>	<b>DESCRIPCION ACTIVIDAD</b>
29-Dec	8:00	10:00	2:00	Desplazamiento desde lago a pozo Guanta-3 para pesca de bomba mecanica en fondo.
	10:00	14:00	4:00	Desplazamiento a base 2 para revision electro magnetica del Release spear que se bajara a fondo, para asegurar la parte de HSEQ en la herramienta.
	14:00	18:45	4:45	Se arma en superficie la herramienta de pesca y se da torque circunferencial a las partes, de alli se da comienzo a la bajada de esta con las primeras sinker bar y las varillas de 3/4", en la tarde se dejan abajo la mayoría de las varillas quedando un total de 58 por bajar a tocar el punto de impacto.
30-Dec	6:30	7:30	1:00	Se continua con la bajada de la varilla que quedo en superficie, se termina de bajar y se toca el punto de impacto.
	7:30	8:30	1:00	Se llega a la guía de la bomba, se asienta la herramienta, se descargan 3000 lbs de peso y se ajusta la grapa en fondo, de alli se tensiona buscando desacentar bomba y esto se logra con 18.000 lbs, despues del desacentamiento logramos conseguir 2.500 lbs ,mas del peso original de la sarta el cual era de 24.000 lbs, se aduce que la bomba esta enganchada y se da comienzo a la sacada de la varilla de nuevo
	8:30	14:50	6:20	Se termina de sacar la varilla y el release spear se ve sin el pescado, se toma el registro fotografico viendo que la grapa tranbajo pero se pudo desdenganchar en el viaje final faltando una 5 sinker bar, se hace la charla con el equipo de varilleo para determinar que segun ellos el MARTIN DECKER se les pudo haber descalibrado en el momento que se produjo el remezon de la desacentada de la bomba, ellos reportan a ingenieria de poetro y se define enviar la maquina a mantenimiento para su respectiva revision, en este orden de iseas no queda claro si en realidad se pudo haber trabajado bien con la herramienta.
	14:50	16:30	1:40	Desarme del equipo de varilleo y retirada del sitio despues de dejar las varillas y todo el material pertinente fuera del radio de accion del taladro que viene a entrar a W.O. Se hace la observacion a ingenieria acerca del cambio que se debe generar en algunos tramos de varilla, la cual se debe centarizar un poco y ademas de la necesidad de hacer un tratamiento quimico a la formacion debido a la alta corrosion que se observo en el pull tube que salio partido en la bomba, para tratar de bajar un inhibidor de corrosion y ademas se plantea la posibilidad de bajar un capilar para inyeccion de quimica en fondo.

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

Anexo 5: Informe técnico del pozo EMI-03, luego de la pesca de la bomba mecánica de fondo.

Este informe consta de 9 páginas.

Pág. 1

## 1.0 OBJETIVO

Analizar las causas del desprendimiento de las partes de la bomba inserta mientras se encontraba en funcionamiento el sistema de levantamiento mecánico en el Pozo Guanta 03.

## 2.0 INFORMACIÓN DEL POZO

País	Ecuador
Campo/Locación	Lago Agrio/Guanta
Cliente	Petroamazonas
Nombre del pozo	Guanta 03
Tipo de levantamiento	RRL
Fecha de instalación	16 Octubre 2012
Unidad de bombeo en superficie	Rotaflex 1100 S/N: 11-1179
Arena	U
Fluido en producción	Crudo + Gas
Producción total [bfpd]	168
Producción petróleo [bbpd]	17
Producción de agua [bapd]	151

## 2.1 DATOS ARENAS PRODUCTORAS:

Gravedad API	25.1
Gravedad Agua	1.0285
BSW [%]	90
Modelo IPR	Vogel

## 3.0 RESUMEN

El pozo Guanta 03 fue instalado el 16 de Octubre 2012, y consta de los siguientes elementos:

### 3.1 EQUIPO DE SUPERFICIE:

- Rotaflex 1100; S/N: 11-1179

### 3.2 EQUIPO DE FONDO:

- Bomba 30-225-RHBC-34-5-2-2
- Ancla Inserta 3 1/2"
- Sucker Rods T66 3/4"x25' (71 EA)
- Sucker Rods T66 7/8"x25' (168 EA)
- Sucker Rods T66 1"x25' (87 EA)

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*

### 3.3 EQUIPO ELÉCTRICO:

- Motor Eléctrico de 100 [HP], 1190 [RPM], 460 [V], 118 [A], S/N: 11L0Q011A05.
- Speed Sentry P2.2, S/N: 11-1179.
- RPOC Weatherford, S/N: VS09110154
- VSD Yaskawa, 480 [V], 150 [A], S/N: 1W1192867300007
- Well Pilot, 125 [HP], 480 [V], S/N: VF11111040

El día 24 de Diciembre del 2012, se recibe la llamada de PAM LAGO AGRIO ante el evento de que el pozo se encuentra apagado por falla en Speed Sentry, RPOC y falta de producción. El personal de Weatherford ALS acude al llamado y realiza el diagnóstico inicial del pozo mencionado.

### 4.0 ANTECEDENTES

#### 4.1 REGISTRO DE NIVEL DE FLUIDO

- |                               |            |
|-------------------------------|------------|
| • Equivalent Gas Free Liquid: | 3099 ft    |
| • Pump Intake:                | 1028.8 psi |
| • Producing BHP:              | 1570.7 psi |
| • Static BHP:                 | -- psi     |
| • Casing Pressure:            | 7.8 psi    |

#### 4.2 REGISTRO DE CARTA DINAGRÁFICA (Ver Anexo 1)

- |                          |                |
|--------------------------|----------------|
| • PPRL:                  | 27031 lb       |
| • MPRL:                  | 13204 lb       |
| • PPMPL:                 | 7207 lb        |
| • MPMPPL:                | -2166 lb       |
| • Calculated Fluid Load: | 15377 lb       |
| • SPM:                   | 3.5 spm        |
| • Pump Card HP:          | 16.4 HP        |
| • Pump Intake Pressure:  | 2290.7 psi (g) |

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*



#### 4.3 ANÁLISIS OPERACIONAL DE LA ÚLTIMA INTERVENCIÓN (12 MARZO 2013)

Con unidad de reacondicionamiento #07 de Triboil, aproximadamente al medio día, se termina de sacar la sarta de tubería, donde se observa presencia severa de escala y corrosión.

A continuación se pueden ver ejemplos del estado de la tubería.



Foto1. Tubería 3 1/2" a 9300'



Foto 2. Tubería 3 1/2" a 9300'



Foto 3. Tubería 3 1/2" a 9300'

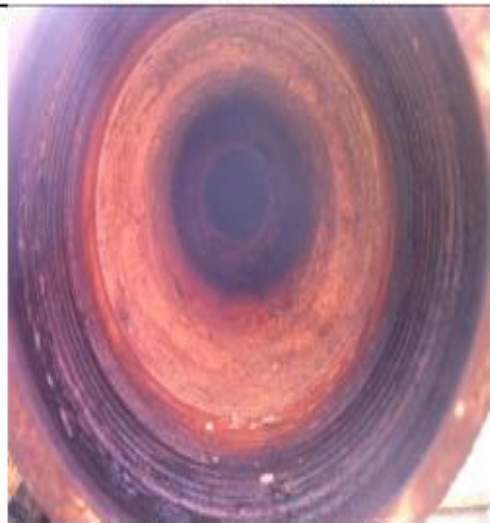


Foto 4. Tubería 3 1/2" a 9300'

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*

Una vez identificada la tubería donde se encuentra atascada el barril de la bomba inserta, se procede a realizar una inspección visual. Se puede apreciar a continuación lo siguiente:



Foto 5. Barril 2 1/4" a 9300'



Foto 6. Barril 2 1/4" a 9300'



Foto 7. Barril 2 1/4" a 9300'



Foto 8. Barril 2 1/4" a 9300'

Finalmente, se realiza la inspección visual del hollow valve rod y el pistón.

Se puede apreciar, disminución en el espesor de la pared del tubo y adicional corrosión severa, como se puede apreciar en las siguientes fotografías:

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*





Foto 9. Hollow Rod Valve



Foto 10. Pistón y TV



Foto 11. Hollow Rod Valve



Foto 12. Hollow Rod Valve

## 5.0 CONCLUSIONES

- Se observa escala severa en los tubos cercanos al ancla de bomba inserta, como se puede apreciar en las fotos 1, 2 y 4.
- Se observa corrosión severa en los tubos cercanos al ancla de bomba inserta como se aprecia en la Foto 3.

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*

- Se puede observar que el pistón con el hollow rod valve y la sarta telescópica se desprendieron como rotura del material del conjunto de la bomba inserta debido principalmente a la acumulación de escala y corrosión.
- Al intentar sacar el barril y el ancla de bomba inserta con la herramienta de corte, se encontró dificultad por lo que no se procedió. No se puede sacar el barril y el ancla de la tubería de 3 1/2".
- No se observa escala en la válvula viajera, que se encuentra en el pistón. Se puede apreciar que no hay daño de ningún tipo en el pistón.
- No se puede observar la válvula fija debido a que se encuentra atrapada en la tubería con escala.
- Los resultados del laboratorio nos indican altas cantidades de agua, CO2 y escala, por lo que no es un ambiente favorable para el desempeño óptimo del equipo de fondo. **Ver Anexo 2**

## 6.0 RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir las recomendaciones del informe de INTEROX, que en resumen recomienda la inyección de químico anti escala y anticorrosivo por medio de conductos capilares a nivel de Intake por espacio anular.
- Se recomienda implementar metales más resistentes a la corrosión o ambientes de mucho CO2.
- Se recomienda la implementación de un niple de asiento.

## 7.0 GLOSARIO

- **Sucker Rod**  
Varilla. Elemento mecánico de acero, que mide 25 pies de largo y de hasta 1 1/8" de diámetro con conexión caja roscada en los extremos y se usa para unir fondo con superficie.
- **Coupling**  
Elemento mecánico roscado que sirve para unir las varillas o la sarta telescópica.

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*

- **Sinker Bar.**

Varilla de Plomada. Elemento mecánico que mide 25 pies de largo y 1,5" de diámetro que se usa para dar un efecto de plomada a la sarta telescópica.

- **Skytop.**

Unidad de pulling discontinuada que sirve para servicios de intervención en pozos con sistema de levantamiento mecánico.

- **Traveling Valve**

Válvula viajera. Conjunto de caja, bola y asiento que van colocadas en el pistón de la bomba.

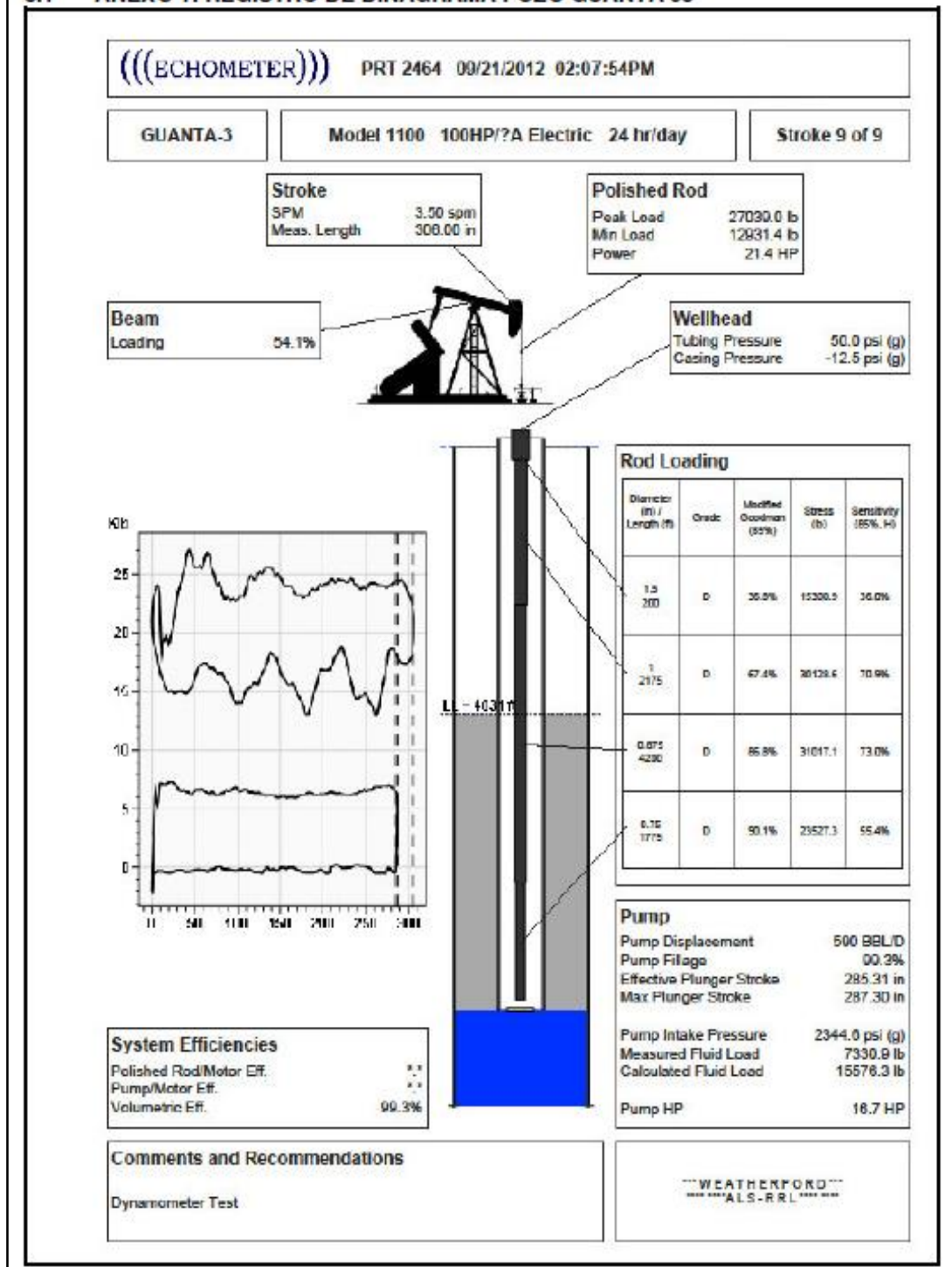
- **Standing Valve**

Válvula Fija. Conjunto de caja, bola y asiento que van colocadas a continuación del barril de la bomba.

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*

## 8.0 ANEXOS

### 8.1 ANEXO 1: REGISTRO DE DINAGRAMA POZO GUANTA 03



Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

## 8.2 ANEXO 2: ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE MUESTRA DEL POZO GUANTA 03

Na <sup>+</sup>	(mg/l)*	7823
Mg <sup>2+</sup>	(mg/l)	243
Ca <sup>2+</sup>	(mg/l)	480
Ba <sup>2+</sup>	(mg/l)	0
Total Fe	(mg/l)	58
Cl <sup>-</sup>	(mg/l)	11700
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	(mg/l)	725
Bicarbonatos	(mg/l HCO <sub>3</sub> )	2379
Acidos carboxilicos	(mg/l)	
TDS (Calculado)	(mg/l)*	
TDS (Medido)	(mg/l)*	
pH Condiciones Normales	--	6.57
CO <sub>2</sub> Gas	(%)	10
CO <sub>2</sub> Agua	(mg/l)	
H <sub>2</sub> S Gas	(ppm)	20
H <sub>2</sub> S Agua	(mg/l)	
Gas/Día	(MSCFPD)	0.025
Oil/Día	(BOPD)	100
Agua/Día	(BWPD)	400
Arena Productora	ARENA	H
Densidad API	° API	28
Temperatura de Motor	(°F)	
Temperatura de fondo	(°F)	175
Temperatura de Intake o Surveyor	(°F)	
Temperatura de cabeza	(°F)	163
Presion de fondo	(psia)	850
Presión de Intake o Surveyor	(psia)	
Presion de cabeza	(psia)	65

Indice de saturacion fondo	SI	0.62
Potencial de depositación fondo	PTB	127.5
Indice de saturacion cabeza	SI	1.23
Potencial de depositación cabeza	PTB	383.6
Tendencia Incrustante fondo	-----	<b>MODERADA</b>
Tendencia Incrustante cabeza	-----	<b>ALTA</b>
Tendencia Corrosiva fondo	-----	<b>NA</b>
Tendencia Corrosiva cabeza	-----	<b>NA</b>

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.



Anexo 6: Reporte de reinstalación del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex, pozo EMI-03.

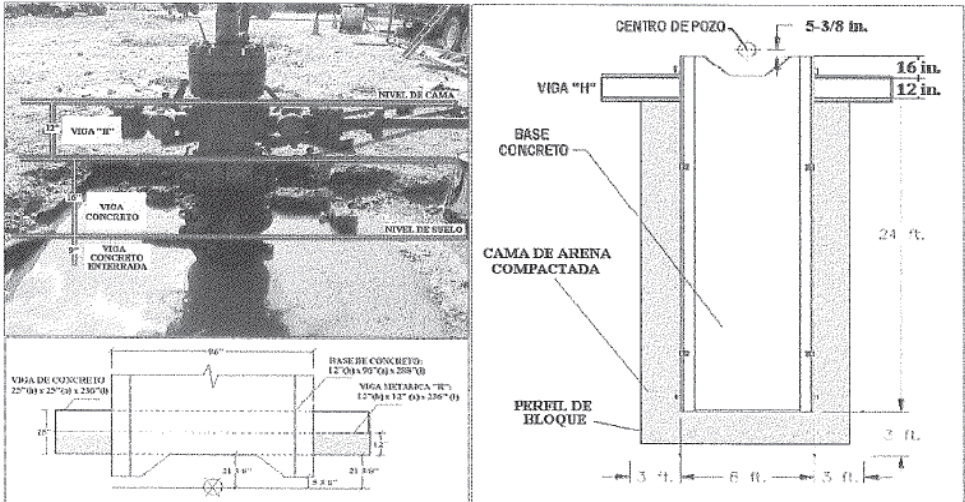
Pág. 1

<b>COMPLETAMIENTO</b>									
Revestimiento	7"		Profundidad Pozo	9972"		Bomba:	De Tubería	Inserta	X
Prof. Bomba:	8430"		Tubería Anclada:	SI	NO	X	Prof.	Barra lisa:	1.5" x 40'
FM:	ft		NF:	ft		Arenado	%	Longitud barra lisa por encima de la grapa:	74 Pulgadas
(Fondo Medido)		(Nivel de Fluido)							
<b>DATOS DE LA UNIDAD DE BOMBEO</b>					<b>UNIDAD DE POTENCIA MOTOR</b>				
Modelo	Rotaflex 1100				Marca	WFT	Model	NEMA	
Marca	WFT	SPM	-	Polea	20"	AMP	118	RPM	1190
Recorridos de la unidad:	306"		Actual:		306"				
<b>MOTIVO DE LA INTERVENCION</b>									
Reinstalación de Bombeo Mecánico en pozo Guanta-3 - Rotaflex 1100									

FECHA	DESDE	HASTA	HORAS	DESCRIPCION ACTIVIDAD
14-Mar	7:00	7:45	0:45	Traslado de personal de Weatherford para Guanta 03.
	7:45	9:30	1:45	Se revisa con personal de Mission Petroleum la alternativas para realizar la modificación de cabezal y así mitigar obra civil, cuando se instale equipo Rotaflex en silo. Se define modificar sección "B", adaptando Pumping Tee, para conectar línea de producción. De igual manera, se instalará Flange Adapter para conectar BOP.
	9:30	10:30	1:00	Se coordina actividades con Company Man del equipo de WO y se define tiempos de acuerdo a los recursos existentes. Hasta el momento la operación se ve interrumpida, debido a que tubería de 3-1/2" no llega a la locación y proceder a bajar BHA de fondo.
	11:00	16:00	5:00	Se inspeccionan un total de 168 varillas de 7/8" que salieron con personal de Petroamazonas EP, Bodega Guarumo. Se pudo observar desgaste en el cuerpo del coupling y la cabolla de la varilla. Se da de baja las 168 varillas y 87 varillas de 1". En el último caso, se dan de baja las varillas de 1", debido a presencia de oxidación superficial, causado por dejar las mismas a la intemperie.
	16:00	16:45	0:45	Retorno a Lago Agrio.
15-Mar	8:00	8:45	0:45	Traslado de personal de Weatherford para Guanta 03.
	8:45	10:30	1:45	Aún a la espera de la llegada de la tubería de 3-1/2". Se estima que la llegada de la misma sea al medio día. Así se puede comenzar a bajar BHA de fondo.
	10:30	12:00	1:30	Se confirma con Ingeniería el diagrama de completación para Bombeo Mecánico que va a ser bajado en el pozo. Se define que si un capilar va a ser bajado, es conveniente incluir un Packer Hidráulico. De esta manera, se asegurará la integridad del capilar, al tensionar la tubería. Sin embargo, se insiste bajar con nabo campana en lugar de tapón ciego, ya que así será la única manera que pase fluido al intake de la bomba.
	12:00	13:45	1:45	Traslado de personal de Weatherford para Coca Base 02.
	13:45	16:00	2:15	Se prepara bomba mecánica 30-225-RHBC-34-5-2-1 en taller de RFLS, para pozo Guanta 03.
16-Mar	16:00	17:45	1:45	Traslado de personal de Weatherford para Lago Agrio.
	14:00	14:45	0:45	Personal de Weatherford se traslada a Guanta 03.
17-Mar	14:45	17:00	2:15	Se inspecciona todo el material de superficie y Sinkers ha pedido de Edwin Chicaiza, Bodega Guarumo. El contrapeso y los accesorios de cabezal (Stuffing Box + BOP) están ubicado en el control de la Estación de Producción Guanta Central. El motor eléctrico de la unidad (100HP) está ubicado en la Central de Generación. Todos los ítems antes mencionados están custodiados en la Estación de Producción Guanta Central.
	9:00	9:45	0:45	Personal de Weatherford se traslada a Guanta 03.
	9:45	11:00	1:15	Se revisa estado general de unidad Rotaflex 1100 en el pozo. Se recorre carro de contrapesas hacia arriba, para verificar estado de las ruedas. Las mismas se encuentran en buen estado.
	11:00	11:30	0:30	Con el arribo del cabezal modificado al pozo, se prueban demás accesorios (BOP + Stuffing Box). BOP se conecta correctamente a Flange Adapter (Brida).
	15:00	15:45	0:45	Traslado de personal de Weatherford hacia Guanta 03
	15:45	16:00	0:15	Reunión con personal de facilidades y levantamiento artificial Petroamazonas EP, para definir actividades a realizar en la locación, una vez que el equipo de Workover abandonó la locación.

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

19-Mar	16:00	17:00	1:00	Se toman referencias de la altura del nuevo cabezal instalado, en relación al nivel del suelo. Así se podrá preparar las obras civiles necesarias para instalar el equipo RTX 1100. Se acuerda, disponer de la misma viga de acero, la cual fue previamente fundida en una plataforma. La misma se alineará en relación al eje de pozo (distancia de 5-3/8") y de acuerdo a las especificaciones técnicas necesarias del RTX 1100.
21-Mar	7:00	8:00	1:00	Movilización a pozo Guanta-3 para iniciar construcción de cama soporte de unidad Rotaflex.
	8:00	12:00	4:00	<p>Prevía a la instalación de los equipos en el pozo Guanta-3 se deberán resolver las facilidades tempranas.</p> <p>Por la conformación del cabezal es necesario construir una cama a nivel del suelo de un material que tenga una resistencia mínima de 175.000 Lbs. Se tomará en cuenta que esta cama debe extenderse 3 pies (0.9 metros) más allá de la base de concreto portátil en todas sus direcciones como se muestra en la figura. La base de concreto estará apenas a 5 3/8" del eje del pozo y para garantizar un soporte eficiente se debe instalar una viga metálica "H" apoyada en una viga de concreto.</p> <p>Finalmente en la fotografía del cabezal se marcan las alturas de la viga "H" (altura de la cama de arena desde el nivel del suelo = 28"), este valor puede variar si se entierra mas la viga de concreto. En este caso se está considerando enterrar 9" pero se podría llegar hasta 15", si lo hacemos de esta forma la cama de arena tendría una altura de 22". Por mal tiempo se suspenden las operaciones.</p>
				
25-Mar	12:00	13:00	1:00	Movilización a Lago y reporte de novedades.
	12:00	13:00	1:00	Movilización a pozo Guanta-3
	13:00	17:00	4:00	Cama de arena cumple las especificaciones requeridas, se coloca capas de material resistente (arena con grava) y se compacta con máquina industrial. Cama lista para soportar equipo de Bombeo Mecánico Rotaflex.
27-Mar	17:00	18:00	1:00	Movilización a Lago y reporte de novedades.
	7:00	7:45	0:45	Movilización a locación Guanta bajo autorización de Lago Central
	7:45	10:00	2:15	Chequeo de sinker bars de 1,500" en locación de pozo Guanta-26D. Barras deformadas con presencia de corrosión superficial. Varilla pulida en buen estado (reutilizable).
27-Mar	10:00	12:15	2:15	Chequeo de varillas norris N97 en locación, cabillas nuevas con coupling slim-hole (sarta incompleta se reporta a personal de PAM)
	13:00	14:00	1:00	Se recibe bomba mecánica de dos etapas 30-225-RHBC-32-5-2-2 Carrera 349' y se descarga en pozo
	14:00	17:00	3:00	Motor de 100 HP ubicado en área de generadores. Accesorios del cabezal y Contrapesos en Estación Guanta. Se solicita movilizar equipos a Guanta-3
27-Mar	17:00	18:00	1:00	Retorno a Lago-Agrio y reporte de actividades
	7:00	7:50	0:50	Personal de Weatherford se traslada a locación Guanta 03 desde Lago Agrio.
	7:50	8:00	0:10	Tomando medidas de la base (obra civil) y cabezal el pozo para centrar la unidad RTX 1100.
27-Mar	8:00	8:30	0:30	Realizando recolección de partes móviles de unidad RTX 1100 antes de iniciar el izaje y armado de la unidad.



28-Mar	8:30	9:00	0:30	En espera de la Grúa, se inicia trabajos de inspección y conteo de varillas en conjunto con el personal técnico del Sky top de PAM para la completación de fondo que se encuentran en la locación.
	9:00	9:10	0:10	Llega la Grúa a la locación, se realiza reunión de seguridad conjuntamente con el personal involucrado en la operación
	9:10	9:40	0:30	Con la ayuda de la grúa se procede a colocar la base de concreto de la unidad Rotaflex en la cama de arena construida junto al cabezal del pozo. (Base de concreto queda alineada y centrada con respecto al cabezal, según manual del Rotaflex 1100)
	9:40	10:15	0:35	Se prepara el equipo Rotaflex para ser posicionado sobre la base de concreto. Se marcan referencias visibles sobre el mismo pad de concreto para poder colocar la unidad, asegurando una mejor alineación con respecto al eje de pozo.
	10:15	11:00	0:45	Se posiciona la unidad Rotaflex 1100 sobre el pad de concreto a una distancia de 7 ft del borde frontal. Se asegura la unidad con los cáncamos de seguridad para preparar la maniobra de izaje.
	11:00	13:30	2:30	Se empieza con la maniobra de izaje de la unidad Rotaflex. Se prepara plan de izaje para asegurar la capacidad de la grúa al realizar el movimiento. Se colocan herramientas de izaje y se procede a levantar la unidad. Cuando llega a determinada posición se colocan los postes de apoyo posteriores, luego con la ayuda de un Winche macho se recorre la unidad hacia atrás unos 7 pies para que pueda ingresar la unidad Sky top y así puedan bajar completación de fondo, por último se ajustan nuevamente los cáncamos de seguridad de la unidad.
	13:30	14:15	0:45	Retorno de personal de Weatherford a Lago agrio
<b>Nota:</b> El personal de facilidad (cuadrilla) de PAM traslada las contrapesas al pozo desde la estación Guanta, pero no traslada el Motor eléctrico principal de la unidad que está en el área de los generador de la misma estación				
29-Mar	7:30	8:15	0:45	Personal de Weatherford se traslada a locación Guanta 03 desde Lago Agrio.
	8:15	10:00	1:45	Con la ayuda de una gallineta se realiza excavación para recuperar cable de control enterrada para posteriormente colocar nuevamente en la tubería enterrada junto con otro cable de fuerza de 120VAC
	10:30	12:30	2:00	Mientras se recupera cable de control de la tubería enterrada se queda pescando el cable, por lo cual se realiza varios intentos de pescar el cable sin tener éxito. Al mismo tiempo personal técnico eléctrico de PAM moviliza el motor eléctrico al pozo y dejan conectado el motor.
	14:00	15:30	1:30	Se realiza otros intentos de pesca del cable que se encuentra dentro de la tubería sin obtener buenos resultados, además se intenta realizar las conexiones del speed sentry pero se confirma la falta de algunos componentes. (borneras, portafusibles, fusibles y conectores para manguera BX de 3/4)
	15:30	16:15	0:45	Retorno de personal de Weatherford a Lago agrio
<b>Nota:</b> El cable de la Celda de carga se encuentra rota en la parte superior de unidad				
30-Mar	7:30	8:15	0:45	Personal de Weatherford se traslada a locación Guanta 03 desde Lago Agrio.
	8:15	10:15	2:00	Con un alambre se fabrica un pescante para recuperar el cable de control que se encuentra en la tubería enterrada y después de varios intentos se logra recuperar el cable.
	10:15	12:00	1:45	Se procede a encamisar el cable de fuerza de 120 V en la manguera BX de 3/4
	14:00	16:00	2:00	Se procede a encamisar nuevamente el cable de control junto con el cable de fuerza de 120VAC en la tubería enterrada desde el Wellpilot hasta la unidad Rotaflex
	16:00	16:45	0:45	Retorno de personal de Weatherford a Lago Agrio
31-Mar	7:30	8:15	0:45	Personal de Weatherford se traslada a locación Guanta 03 desde Lago Agrio.
	8:15	9:00	0:45	Se realiza limpieza de componentes de la unidad como son polea de la caja reductora, polea del motor eléctrico y guarda de la unidad ya que se encontraban a la intemperie.
	9:00	12:00	3:00	Se coloca polea en el eje de la caja reductora de la unidad, se coloca banda, se realiza alineación del motor eléctrico y se coloca la guarda de seguridad. Al mismo tiempo se procede a realizar las conexiones eléctricas necesarias en la caja de paso y Speed sentry de la unidad
	14:00	16:00	2:00	Se realiza engrasada de componentes de la unidad como son: sproket de la unidad y chumaceras del tambor de recorrido de la banda en la parte superior de la unidad. Al mismo tiempo se realiza conexiones necesarias en el Wellpilot y se activa las multivelocidades de la unidad Rotaflex
	16:00	16:45	0:45	Retorno de personal de Weatherford a Lago Agrio
<b>Nota:</b> Unidad rotaflex queda completamente instalada para su funcionamiento cuando se lo requiera.				
<b>Observaciones:</b> falta de colocar 32 galones de aceite texaco 80W90 en la reservorio de la unidad que lubrica la corona y cadena, adicional falta instalar el cable de la celda de carga ya que se encontraba rota y no se encontro el otro pedazo .				

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.



Anexo 7: Reporte de instalación del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex 900, pozo EMI-41D.

Pág. 1

COMPLETAMIENTO									
Revestimiento		Profundidad Pozo	11686'	Bomba:	De Tubería	Inserta	X		
Prof. Bombe:	10033'	Tubería Anclada:	SI NO	Prof.	Barra lisa:	1 1/2" x 36'	Espaciamiento:	40"	
FM:	ft	NF:	ft	Arenado	%	Longitud barra lisa por encima de la grapa:	40"	Pulgadas	
(Fondo Medido)		(Nivel de Fluido)							

DATOS DE LA UNIDAD DE BOMBEO					UNIDAD DE POTENCIA MOTOR				
Modelo	ROTAFLEX 900				Marca	NANYANG	Model	NEMA D 3 FASES	
Marca	WFT	SPM	2.00	Polea	20"	AMP	178.2 / 89.1	RPM	1190
Recorridos de la unidad:		288"	Actual:	288"			HP	75	

MOTIVO DE LA INTERVENCION
Instalación de Equipo de Superficie Rotaflex 900
Instalación de Equipo de fondo de bombeo mecánico con sarta 86 y bomba mecánica de dos etapas
Arranque de Equipo Integral de Bombeo Mecánico y Monitoreo y Estabilización de Parámetros

FECHA	DESDE	HASTA	HORAS	DESCRIPCION ACTIVIDAD
20-Ene	7:00	8:30	1:30	Traslado de personal de Weatherford para locación Guanta 41
	8:30	9:00	0:30	Reunión preoperacional y de seguridad.
	9:00	12:00	3:00	Debido a que la obra civil en el pozo estaba incompleta, se realiza actividades de relleno de arena para nivelar el piso donde se colocará la base de concreto
	13:00	17:00	4:00	Se realiza la instalación de la RTX 900, de la siguiente manera: * Se coloca base de concreto y se realiza alineación de acuerdo a la viga colocada. * Se colocan escaleras y protectores en RTX. * Se coloca RTX sobre la base de concreto. * Se realiza maniobra de levantamiento de equipo. * Se ancla la unidad y se colocan accesorios. * Se coloca aceite en la caja reductora y adicional en el carter.
	17:00	18:30	1:30	Retorno a Coca.
21-Ene	11:00	12:30	1:30	Traslado de personal de Weatherford para locación Guanta 41
	12:30	16:30	4:00	Se colocan poleas. Se instala la banda y se alinea motor eléctrico. Se coloca guarda de poleas. Se realiza alineación de carro de contrapesas. Se revisan rodamientos.
	16:30	18:00	1:30	Retorno a Coca.
26-Ene	7:00	7:45	0:45	Movilización a Locación de Pozo Guanta 41, para instalación de equipo de fondo.
	8:00	19:00	11:00	Personal de PAM detiene producción del pozo con MTU para intervenir con bombeo mecánico. Se realiza varios intentos para recuperar bomba jet SIN ÉXITO. Personal de Weatherford prepara material en locación y reemplaza varillón de 36'.
				Se coordina con personal de mantenimiento eléctrico las acometidas para instalación del variador
				No pueden reversar ni pescar bomba jet, operaciones se suspenden hasta el siguiente día.
27-Ene	19:00	19:45	0:45	Retorno a Lago Agrio
	6:30	7:15	0:45	Movilización a Locación de Pozo Guanta 41, para instalación de equipo de fondo.
	7:30	18:30	11:00	Con unidad de San Antonio se realiza cambio de fluido para alivianar la columna del tubing y pescar bomba jet, tras varios intentos se logra pescar. Se realiza corrida con wireline para calibrar tubería de 3 1/2". Se arma cabezal provisional de bombeo mecánico.
	18:30	21:00	2:30	Se desarma torre de W/L pero tienen problemas para realizar el movimiento, una vez que esta solucionado el inconveniente se arma camión varillero SkyTop para empezar a bajar equipo de fondo
	21:00	21:15	0:15	Se realiza la reunión de Seguridad Pre Operacional antes del inicio de las tareas y se confecciona el registro correspondiente.
	21:15	22:00	0:45	Chequeo de la bomba y calibración de copas (2.81"). Con torre se realiza prueba de succión y hermeticidad de la bomba mecánica 30-175-RHBC-34-6-2-1 tipo hollow dos etapas en superficie con resultados positivos. El pull-tube presenta un área soldada, operadores de skytop deciden reemplazar bomba mecánica.
28-Ene	22:00	22:45	0:45	Retorno a Lago Agrio
	5:30	7:30	2:00	Movilización a Base 2 Weatherford para preparar bomba para pozo GTA41
	7:30	12:00	4:30	Se prepara bomba de dos etapas 30-175-RHBC-34-6-3 y se moviliza a pozo
	13:00	15:00	2:00	Chequeo de la bomba y calibración de copas (2.81"). Con torre se realiza prueba de succión y hermeticidad de la bomba mecánica 30-175-RHBC-34-6-2-1 tipo hollow dos etapas en superficie con resultados positivos. El cliente desiste de bajar esta bomba a pesar de asegurarle la garantía. (pull-tube soldado)
	15:00	19:00	4:00	Se arma en taller bomba nueva con pull tube homogéneo para despacho a pozo 41
	5:15	6:00	0:45	Movilización a Locación de Pozo Guanta 41
	6:00	8:30	2:30	Se descarga bomba mecánica, esperando a personal de PAM para iniciar operaciones
	8:30	9:00	0:30	Se realiza la reunión de Seguridad Pre Operacional antes del inicio de las tareas y se confecciona el registro correspondiente.

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

29-Ene	9:00	9:30	0:30	Chequeo de la bomba y calibración de copas (2.81"). Con torre se realiza prueba de succión y hermeticidad de la bomba mecánica 30-175-RHBC-34-6-2-1 tipo hollow dos etapas en superficie con resultados positivos.
	9:30	10:30	1:00	Armando equipo de fondo de bombeo mecánico: FILTRO - PUMP (30-175-RHBC-34-6-2-1) - 3 1/2" SPIRAL GUIDE - 7/8"X1" X_COUPLING - 1"X2' PONY ROD - 1"X1 1/8" X_COUPLING - SUCKER ROD 1 1/8"X25' (15 UNIDADES) - 1"X1 1/8" X_COUPLING - 1"X2' PONY ROD - 1"X3/4" X_COUPLING.
	10:30	17:00	6:30	Se empieza a correr sarta de varillas API-86 grado T66/XD torqueando con regleta de desplazamiento circunferencial, limpiando y roscando en seco todos los pines. (Se coloca centralizadores en sarta según diseño). Total en fondo: 8550'
	8:00	17:00	9:00	En simultáneo se realiza instalación interna de WellPilot
	17:15	18:00	0:45	Retorno a Lago Agrio
30-Ene	6:15	7:00	0:45	Movilización a Locación de Pozo Guanta 41
	7:00	12:00	5:00	Se continúa bajando sarta de varillas API-86 grado T66/XD. Total en fondo: 1 1/8"X25' SUCKER ROD (15 unidades), 3/4"X25' SUCKER ROD (192 unidades), 7/8"X25' SUCKER ROD (134 Unidades), 1"X25' SUCKER ROD (53 Unidades). 2 5/8" FOR 3/4, 7/8", 1" SUCKER ROD CENTRALIZADORES. Se toma punto muerto con ayuda de Martín Decker de la unidad y se realiza el cambio de varilla por varillón pulido, Con 11000 lbs de peso se asienta bomba mecánica en niple @ 10033' y se levanta el espaciamento a 40" Armando cabezal de bombeo mecánico sobre brida excéntrica con BOP, PUMPING TEE y STUFFING BOX Se llena tubería de producción con agua filtrada de tanquero para realizar prueba hidrostática. Se realiza prueba de succión y hermeticidad de la bomba mecánica con tubería llena de agua filtrada. Se pistonea 3 ciclos hasta que alcanza una presión en cabeza de 250 PSI, se prueba en carrera ascendente y descendente durante 15 minutos. Presión se mantiene. BOMBA ASENTADA CON EXITO. Prueba realizada en presencia de ingeniero Jorge Pozo de PAM.
	8:00	19:00	11:00	En simultáneo se realiza camisas para pasar acometidas de control y 110 para alimentar WellPilot y Speed Sentry
	19:00	19:45	0:45	Retorno a Lago Agrio
	6:15	7:00	0:45	Movilización a Locación de Pozo Guanta 41
31-Ene	7:00	9:00	2:00	Se lubrican rodamientos (sprocket, top drum) con grasa multifak ep2.
	9:00	16:00	7:00	Se entierra el camisado y se finaliza con las acometidas Instalación de caja de paso y calibración de sensores. Programación de WellPilot y Speed Sentry Se coloca 3000 lbs de contrapeso en caja para bajar banda del equipo
	16:00	17:00	1:00	Se coloca en caja de contrapeso un total de 9700 lbs de láminas metálicas
	17:00	19:00	2:00	Se arranca equipo s/n con una velocidad de 2,00 SPM, produce al tanque bota de la locación con una presión de cabeza de 4 PSI, parámetros estables
	6:15	7:00	0:45	Movilización desde base Weatherford Lago-Agrio a locación de pozo GUANTA-41D
01-Feb	13:45	14:45	1:00	Revisión física de la unidad Rotaflex y parámetros en WellPilot para determinar condiciones actuales de operación
	13:00	18:30	5:30	Se arma equipo echometer. Registro de nivel de fluido= 6627' de sumergencia (73% de líquido) y registro de Carta dinográfica de fondo muestra full pump (recorrido efectivo del pistón superior a 99 %). Velocidad de Bombeo Promedio= 1,97 SPM. Equipo opera s/n.
	13:00	18:30	5:30	Se instala celda de carga para generar con WellPilot carta dinográfica de fondo y superficie. Adicional se calibra la velocidad del equipo como sigue: Carrera Ascendente= 2,2 SPM, Carrera Descendente= 2,0 SPM y Velocidad en las esquinas= 1,7 SPM

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.



Anexo 8: Reporte de mantenimiento preventivo de 1000 horas en la unidad Rotaflex 900 del pozo EMI-41D.

Pág. 1

<b>COMPLETAMIENTO</b>			
Revestimiento: _____	Profundidad Pozo: _____	Bomba: _____ De Tubería: <u>x</u>	Inserta: _____
Prof. Bomba: _____	Tubería Anclada: SI <u>x</u> NO _____	Barra lisa: <u>1,5 in</u>	Espaciamento: _____
FM: _____ ft	NF: _____ ft	Arenado: _____ %	Longitud barra lisa por encima de la grapa: _____ pulgadas
(Fondo Medido)	(Nivel de Fluido)		
<b>DATOS DE LA UNIDAD DE BOMBEO</b>		<b>UNIDAD DE POTENCIA MOTOR</b>	
Modelo: _____	rotaflex 900	Marca: _____	Modelo: _____
Marca: _____	SPM: <u>2,56</u>	Polea: _____	AMP: _____ RPM: <u>75</u> HP: _____
Recorridos de la unidad: _____	<u>288 in</u>	Actual: <u>288 in</u>	

MOTIVO DE LA INTERVENCION						
Mantenimiento de la unidad de superficie Rotaflex 900						
FECHA	DESDE	HASTA	HORAS	DESCRIPCION ACTIVIDAD		
12-Mar	7:30	8:00	0:30	Reunion preoperacional con el Ing. Paul Escobar y el personal de mantenimiento para planificar las operaciones en campo tanto de la parte mecánica como de la parte electrica.		
	8:00	8:30	0:30	Traslado de personal de Weatherford para locación <b>Guanta 41D</b> .		
	8:30	9:30	1:00	Se realiza reunion preoperacional en campo con personal de mantenimiento de PAM y se abre permiso de trabajo.		
	9:30	12:30	3:00	Se apaga la unidad RTX-900 y se realizan las siguientes actividades con colaboracion de personal de mantenimiento de PAM:		
				CAJA REDUCTORA	Control de pérdidas de aceite	OK
					Control del filtro de respiración.	Se encuentra filtro con suciedad y se procede a limpiar
				FRENO	Verificar el funcionamiento del freno de emergencia	OK
					Verificar el funcionamiento del freno manual	OK
					Control del disco freno	OK
				POLEAS Y CORREAS	Control de estado de las correas	OK
					Control de tensión de las correas.	OK
					Control de alineación de las poleas.	OK
					Control ajuste poleas/cono	OK
BANDA DE CARGA	Controlar el estado de la Banda o correa de carga.	OK				
	Verificar posicionamiento de banda sobre Rodillo	OK				
BASE DE CONCRETO	Control de la Base de Hormigón	OK				
	Verificación del ajuste de los tornillos de Anclaje.	Se reajustan los tornillos de anclaje				
SENSOR DE VIBRACION	Control de la sensibilidad del sensor de vibraciones	OK				
CADENA	Control y ajuste de la TENSIÓN.	Cadena floja por lo que se tensa la cadena hasta dejar una holgura de 1-1/4"				
	Verificación de desgaste de los eslabones	Se observa un desgaste normal a un lado de los eslabones por lo que se realiza cambio de giro de la unidad para tener un desgaste igual de la cadena				
RODILLO SUPERIOR	Inspección visual: Observar si hay desgaste anormal o anomalías en general.	OK				

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

13:30	15:30	2:00	CARRO DE CONTRAPESAS	alineacion de carro	OK
				corregir contrapeso	Se verifica el balanceo de la unidad por medio del amperaje y se observa que la unidad se encuentra desbalanceada, se cargan contrapesos a la unidad y queda balanceado con picos de amperaje de 71A en Carrera ascendente y 56A en Carrera descendente
				inspeccion visual de ruedas	OK
			CARRO INVERSOR	inspeccion visual ruedas metalicas	OK
			LUBRICACION Y ENGRASE	Control y cambio de aceite de la Caja Reductora	Se coloca 63 galones de aceite Meropa 220
				Control y cambio de aceite del depósito cárter de la cadena	Se coloca 37 galones de aceite Meropa 220
				Engrase de rodamientos del Rodillo.	Se engrasa con grasa Mobililt, Grado 2 NLGI
				Engrase rodamientos de la Rueda Dentada Superior	Se engrasa con grasa Mobililt, Grado 2 NLGI
				Limpieza del filtro de la bandeja recolectora.	Se limpia filtro
				Control de la bandeja recolectora ubicada sobre la corona inferior	Se limpia bandeja recolectora
	Engrase de rodamientos del motor eléctrico.	Se engrasa con grasa Mobililt, Grado 2 NLGI			

Se arranca la unidad con una velocidad de 2,56 GPM y se deja trabajando en perfecto estado.  
Se verifica la carta dinamometrica en WellPlot mostrando un llenado de mas del 90%.

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*

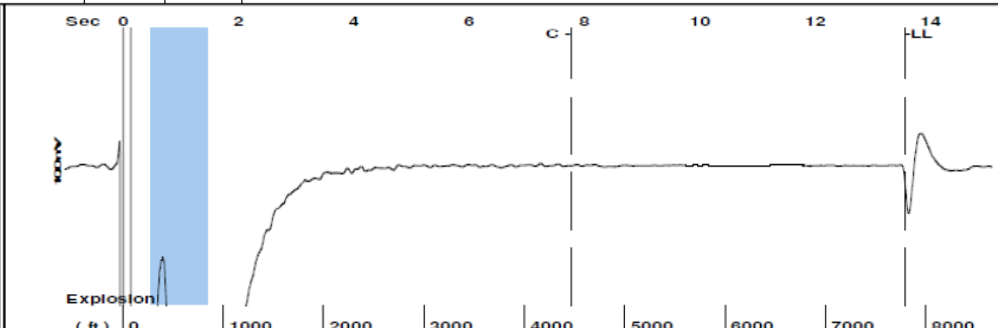
Anexo 9: Arranque de equipo por reporte de parada, monitoreo de parámetros, pozo EMI-41D.

Pág.1

COMPLETAMIENTO									
Revestimiento	Profundidad Pozo			11686'		Bomba:	De Tuberia	Inserta	X
Prof. Bomba:	10033'	Tuberia Anclada:	SI	NO	Prof.	Barra lisa:	1 1/2" x 36'	Espaciamiento:	40"
FM:	ft	NF:	ft	Arenado	%	Longitud barra lisa por encima de la grapa:	40"	Pulgadas	
(Fondo Medido)	(Nivel de Fluido)								

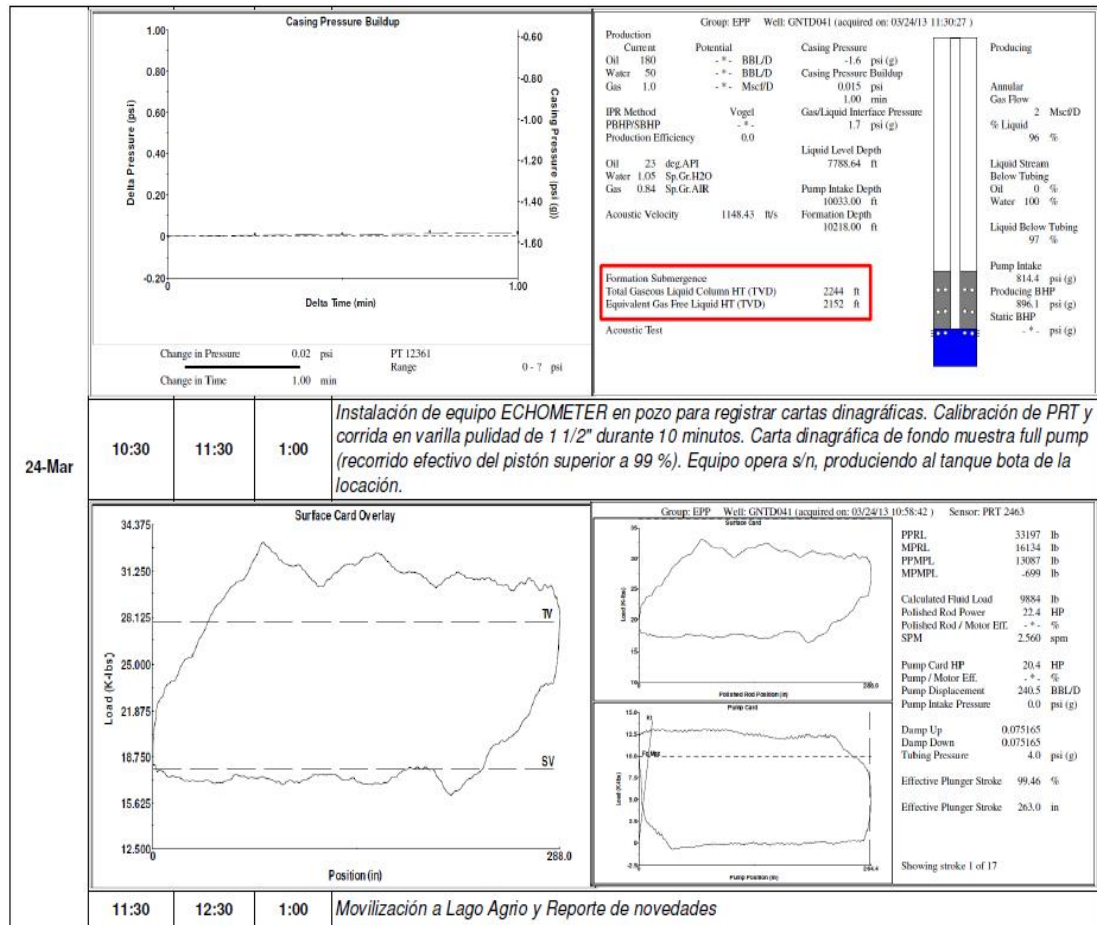
DATOS DE LA UNIDAD DE BOMBEO					UNIDAD DE POTENCIA MOTOR				
Modelo	ROTAFLEX 900				Marca	NANYANG		Model	NEMA D 3 FASES
Marca	WFT	SPM	2.00	Polea	20"	AMP	178.2 / 89.1	RPM	1190
Recorridos de la unidad:	288"		Actual:	288"					

MOTIVO DE LA INTERVENCION
Arranque de Equipo Integral de Bombeo Mecánico y Monitoreo y Estabilización de Parámetros

FECHA	DESDE	HASTA	HORAS	DESCRIPCION ACTIVIDAD
24-Mar	8:00	8:45	0:45	Traslado de personal de Weatherford a locación Guanta 41D. Autorizado por Ing. Sandoval L.A.
	8:45	9:30	0:45	Inspección visual de parámetros en Well Pilot y Speed Sentry
				LISTA DE EVENTOS EN SPEED SENTRY:
				04H20 24 DE MARZO DE 2013 EMERGENCY STOP SHUTDOWN
				04H11 24 DE MARZO DE 2013 OVERSPEED STOP SHUTDOWN
				23H33 23 DE MARZO DE 2013 OVERSPEED STOP SHUTDOWN
				20H30 23 DE MARZO DE 2013 OVERSPEED STOP SHUTDOWN
	14H10 23 DE MARZO DE 2013 OVERSPEED STOP SHUTDOWN			
	La unidad se paraliza porque el parámetro de calibración del OverSpeed estaba calibrado en 3.0 SPM. Se corrige el valor a 3.5 SPM. Reseteo del Well Pilot y arranque de la Unidad con multi-velocidades: Carrera ascendente 3.0 SPM, Carrera descendente 2.6 SPM y Cambios 2,0 SPM.			
	9:30	10:30	1:00	Instalación de equipo ECHOMETER en pozo para tomar un registro acústico, Se carga pistola con 400 PSI de Nitrógeno y se envía señal de disparo. Sumergencia de 2244' con un porcentaje de gas del 4%.
				
Filter Type High Pass Automatic Collar Count Yes Time 13.564 sec Manual Acoustic Velocity 126.11 ft/s Manual JTS/sec 17.762 Joints 245.698 Jts Depth 7788.64 ft				

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.





Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

Anexo 10: Reporte de instalación del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex 900, pozo AZU-15.

<b>COMPLETAMIENTO</b>									
Revestimiento	7"		Profundidad Pozo	9807		Bomba:	De Tubería	Inserta	X
Prof. Bomba:	9186.00		Tubería Anclada:	SI	X NO	Prof.	Barra lisa:	1.5	Espaciamiento:
FM:	ft	NF:	ft	Arenado	%	Longitud barra lisa por encima de la grapa:			
(Fondo Medido)			(Nivel de Fluido)						
<b>DATOS DE LA UNIDAD DE BOMBEO</b>					<b>UNIDAD DE POTENCIA MOTOR</b>				
Modelo	ROTAFLEX 900				Marca	WFT	Model		
Marca	WFT	SPM	Polea		AMP		RPM	1200	HP
Recorridos de la unidad:	ft		Actual:						
<b>MOTIVO DE LA INTERVENCIÓN</b>									
Instalación de ROTAFLEX 900, instalación de sistema de control y instalación de equipo de fondo.									
<b>FECHA</b>	<b>DESDE</b>	<b>HASTA</b>	<b>HORAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD</b>					
20-Jun	15:00	19:00	4:00	Se llega a locación, se inspecciona cabezal, se verifica que cabezal es modelo antiguo con clamps. Se espera llegada de personal de misión, se requiere modificar sección B con conexión clamp 11" 5000 psi x flange 7-1/16" + flange adapter 7-1/16" x 3-1/2" pin. Se solicita a perforación y dan el OK para proceder con el cambio					
30-Jun	9:00	11:30	2:30	Mobilización de WFT 01 para Campo Libertador.					
	11:30	12:15	0:45	Reporte de actividades en Ingeniería de Campo Libertador. Mobilización para Atakapi 15.					
	12:15	16:00	5:45	Se prepara cable de comunicación desde variador hasta lugar de Speed Sentry. Personal de Weatherford, realiza calicatas para realizar instalación de cable de comunicación y control de Well Pilot con Speed Sentry de Rotaflex 900.					
	16:00	17:00	1:00	Retorno a Coca.					
3-Jul	7:30	9:30	2:00	Mobilización de Base 01 WFT para Atakapi 15.					
	9:30	19:00	9:30	Con una grúa de 60 toneladas, se realiza la instalación de RTX 900. Se empieza preparando el equipo con sus accesorios para poder ser izado. Se realiza el montaje del pad de concreto alineado con el cabezal y la viga del contraposo. A continuación se realiza el montaje del equipo y se realiza el levantamiento. Se ajusta y se deja retrocedido aproximadamente 7 pies para que se pueda realizar la instalación de fondo. El clima es lluvioso.					
				Colateralmente, se pasa cable de control desde variador hacia RTX 900. Se colocan accesorios para posterior instalación de sensores y conexiones eléctricas y de control.					
	19:00	20:00	1:00	Retorno a Lago Agrio.					
4-Jul	8:00	9:00	1:00	Mobilización hacia Atakapi 15.					
	9:00	14:00	5:00	Se realiza instalación de motor eléctrico. En la parte de control, se realiza instalación de transformadora Well Pilot. Se empieza las conexiones internas del Well Pilot. Se instala caja de resistencias. Se monta Speed Sentry, y se monta caja de paso. Clima lluvioso.					
	18:00	19:00	1:00	Retorno a Lago Agrio.					
5-Jul	9:00	11:00	2:00	Mobilización desde Coca hacia Campo Libertador.					
	11:00	13:00	2:00	Presentación e informe de actividades con Ingeniero Sigmar Cruz. Se resuelve problema de las contrapesas para Atakapi 15. Las pesas que estaban en Secoya 02 serían las designadas para Atakapi las cuales fueron almacenadas por fallidades de Libertador.					
	13:00	13:30	0:30	Mobilización para Atakapi 15.					
	13:30	19:00	5:30	Se continúa con la instalación de Rotaflex 900. Se preparan frenos, se instalan poleas, se coloca banda, se coloca aceite en reductor, se retiran las cuñas de madera del carro de contrapesas, se realiza la alineación del motor eléctrico con el reductor.					
	19:00	20:00	1:00	Retorno a Lago Agrio.					
5-Jul	7:00	8:00	1:00	Mobilización para Atakapi 15.					
	8:00	17:00	9:00	Instalación de equipo de control que incluye VSD con RPOC y Speed Sentry. Programación de VSD. Se intenta realizar auto tune de motor.					
	17:00	18:00	1:00	Retorno a Lago Agrio.					

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.



*Anexo 11: Reporte de mantenimiento preventivo de 1000 horas en la unidad Rotaflex 900, pozo AZU-15.*

<b>COMPLETAMIENTO</b>				
Revestimiento	Profundidad Pozo		Bomba: De Tubería <input type="checkbox"/> Inserta <input checked="" type="checkbox"/> X	
Prof. Bomba: 9180 ft	Tubería Anclada: SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> X	Prof.	Barra lisa: 36 ft X 1 1/2 "	Espaciamiento: 45,5 pulg
FM: 9328 ft	NF: ft	Arenado %	Longitud barra lisa por encima de la grapa: 65 Pulgadas	
(Fondo Medido)	(Nivel de Fluido)			
<b>DATOS DE LA UNIDAD DE BOMBEO</b>			<b>UNIDAD DE POTENCIA MOTOR</b>	
Modelo ROTAFLEX 900	Marca WFT SPM 1,25 Polea 20"		Marca WFT	Model NEMA B
Recorridos de la unidad: 288"	Actual: 288"		AMP 83,2	RPM 1185 HP 75
<b>MOTIVO DE LA INTERVENCION</b>				
Mantenimiento preventivo de Unidad Rotaflex 900 (1000 horas operativas)				
Análisis y Optimización de parámetros de operación de Bombeo Mecánico				

FECHA	DESDE	HASTA	HORAS	DESCRIPCION ACTIVIDAD
08-Sep	7:00	9:00	2:00	Personal de Weatherford se moviliza a pozo Atacapi-15 para intervenir el equipo Rotaflex 900 (mantenimiento preventivo 1000 horas). Se realiza análisis de seguridad pre operacional.
	9:00	9:30	0:30	Se chequea visualmente todo el equipo para registrar fallas, s/n
	9:30	10:30	1:00	Registro de nivel de fluido= 2003' de sumergencia y registro de Carta dinográfica de fondo muestra full pump (operando con una eficiencia superior a 92%)
	10:30	14:30	4:00	Se detiene equipo con paro de emergencia y freno manual, se apaga WellPilot. Evacuación del aceite de estructura y de caja reductora con vacuum (aceite contaminado). Con brazo hidráulico se colocan 35 gal. de aceite Meropa220 (No había disponibilidad de Aceite 80W90) en estructura y 63 gal. de aceite Meropa 220 en caja reductora. <b>NOTA:</b> El aceite se cambió en presencia de representantes de EPP. Se lubrica Top drum y Top sprocket con grasa especial (multifak ep2) para rodamientos Chequeo alineación de las poleas (desalineadas). Se corrige y se verifica la tensión de la banda. OK, Pastillas de freno de emergencia y manual nuevas, Se realizó pruebas de frenado. OK Corrección de tensión de la cadena, chequeo de alineación de carro de contrapesos OK.
	14:30	15:30	1:00	Arranque de equipo con parámetros estables, Velocidad de bombeo: 1,25 SPM. Equipo balanceado (rango: 24-43 Amp). Carga máxima= 24635 lbs, Carga mínima= 16030 lbs
	15:30	16:00	0:30	Movilización a Ingeniería de Petróleos Libertador a reportar novedades.

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*

Anexo 12: Reporte de instalación de fondo, pozo AZU-15.

<b>COMPLETAMIENTO</b>				
Revestimiento	7"	Profundidad Pozo	9805	Bomba: De Tubería <input type="checkbox"/> Inserta <input checked="" type="checkbox"/>
Prof. Bomba:	9176.00	Tubería Anclada:	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	Prof. <input type="checkbox"/> Barra lisa: 1.5
FM: <input type="checkbox"/> ft	NF: <input type="checkbox"/> ft	Arenado <input type="checkbox"/> %	Longitud barra lisa por encima de la grapa: 64	Espaciamento: 4 ft
(Fondo Medido)	(Nivel de Fluido)			Pulgadas
<b>DATOS DE LA UNIDAD DE BOMBEO</b>			<b>UNIDAD DE POTENCIA MOTOR</b>	
Modelo	ROTAFLEX 900		Marca	WFT
Marca	WFT	SPM	Polsa	Model
Recorridos de la unidad:	ft		Actual:	
			AMP	RPM 1200 HP 60
<b>MOTIVO DE LA INTERVENCIÓN</b>				
Instalación de fondo.				
FECHA	DESDE	HASTA	HORAS	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD
6-Dec	6:30	7:20	0:50	Traslado de personal de Weatherford a Campo Libertador.
	7:20	7:40	0:20	Presentación con coordinador de operaciones. Coordinación de las operaciones a realizarse.
	7:40	10:30	2:50	Revisión de material, conteo de varillas, revisión de diseño, completación. Adecuación de rig para instalación de varilla.
	10:30	11:00	0:30	Reunión de seguridad con personal de Petrotech Rig 04
	11:00	12:00	1:00	Se realiza prueba de succión de la bomba en presencia de coordinador de operaciones e Ingeniero Museo de Ingeniería de EPP Libertador.
	15:00	0:00	8:00	Debido a la no existencia un coupling de cambio de 7/8 a 3/4 para las SB, empezó la instalación de varilla a las 16:00. Se instala (1) filtro; (1) bomba 30-175-RHBC-34-6-2-1; (1) pony 7/8x2; (1) guía espiralada; (1) pony 7/8x2; (93) varillas 3/4x25; (170) varillas 7/8x25.
7-Dec	0:00	5:00	5:00	Se instala (91) varillas 1x25.
				Se realiza prueba de peso para encontrar fondo y se realiza combinación con (2) varillas 1x25 extras. Se deja un espaciamento de 4 pies.
	5:00	8:00	3:00	Se realiza instalación de (1) varilla pulida 1 1/2. Se asienta bomba con 15000 libras.
				Se realiza prueba hidrostática del sistema empaquetado con 500 libras por 10 minutos.
	8:00	9:00	1:00	Retorno a Lago Agrio.

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

### **Datos del pozo Atacapi 15**

Nombre del pozo: Atacapi 15  
Tipo de levantamiento: Bombeo mecánico  
U. de bombeo en superficie: Rotaflex 900  
Fluido en producción: Crudo  
Producción total:  
Velocidad promedio: 1.29 spm

### **Objetivo del la intervención**

Chequear equipos en superficie que estén trabajando correctamente y por medio de los eventos del controlador, cartas dinagráficas de la RPOC, toma de niveles y dinagramas con Echometer para saber como esta trabajando la Unidad Rotaflex en superficie y la bomba mecánica en fondo con la finalidad de recuperar producción.

### **Eventos encontrados antes de la intervención**

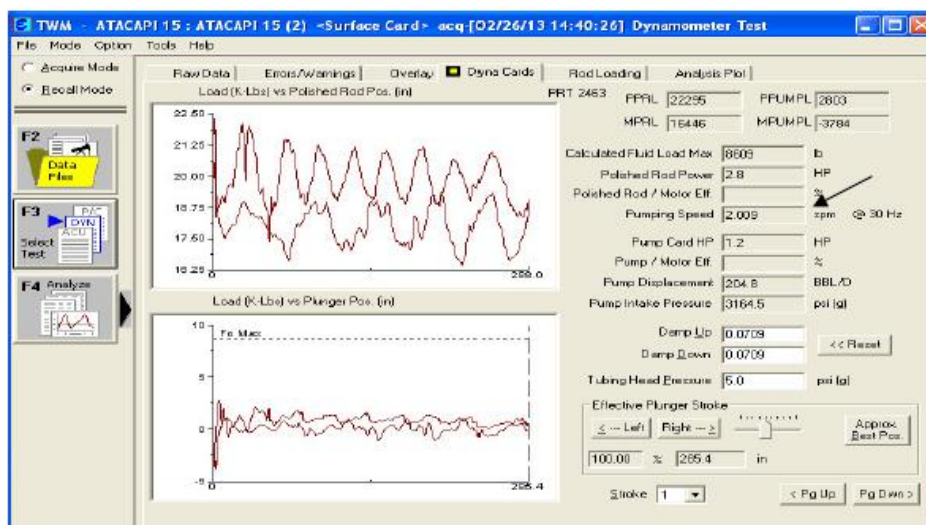
Se encontraron varios eventos:

- 1.- La unidad Rotaflex se encontraba operando con una velocidad de 1.4 spm carrera ascendente y 2 spm en carrera descendente y esquinas con un promedio de 2 spm ya que en ocasiones la velocidad en carrera descendente alcanzaba hasta 3.37 spm, con una presión en cabeza de 70 psi ya que la válvula de media vuelta instalada en la línea de producción se encontraba casi cerrada (estrangulada)
- 2.- EL controlador Wellpilot con alarmas de cargas LOW LOAD SPAM
- 3.- Un nivel de sumergencia aproximada de 2920 ft
- 4.- Carta dinamométrica de la bomba en fondo no levanta fluido.
- 5.- Aparente de golpe de fluido o de bomba.
- 6.- Multivelocidad fue reprogramada, VSD fue manipulada.
- 7.- HMI no se encuentra en el Wellpilot (display del VSD)

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*

### Información dinamométrica de bombeo obtenida con el Echometer antes de la intervención.

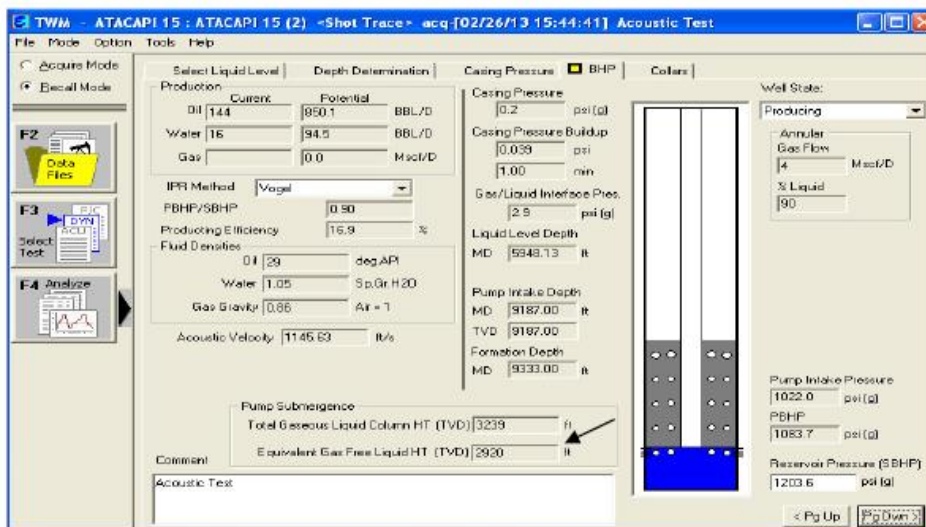
La información es registrada por el Echometer TWM con la PRT del pozo Atacapi 15, la misma que se ilustra en la figura 1.



**Figura 1.** Carta Dinamométrica de superficie y de fondo según Echometer con una velocidad promedio de 2 spm del pozo Atacapi 15. 26 febrero 2013

### Información nivel acústico de bombeo obtenida con el Echometer

La información obtenida es registrada por el Echometer TWM en el pozo Atacapi 15, la misma que se ilustra en la figura 2.



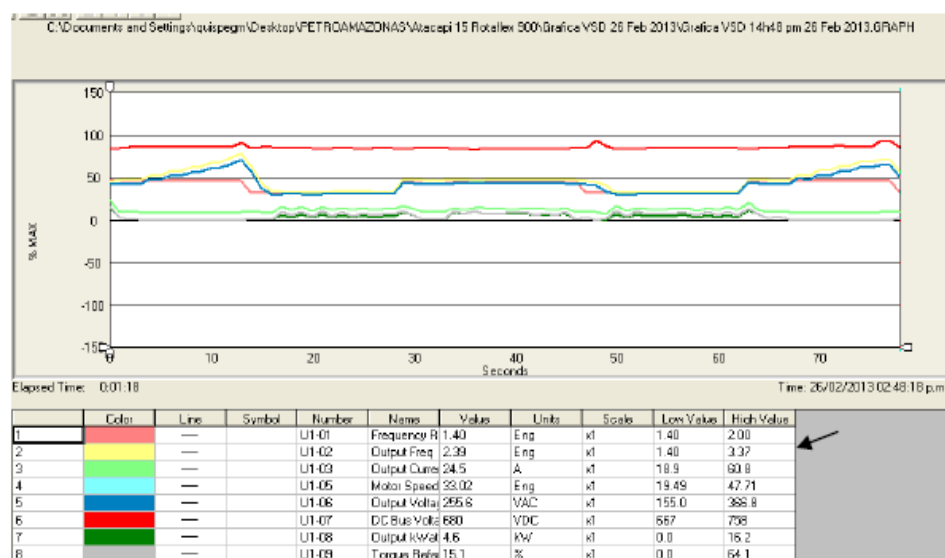
**Figura 2.** Nivel acústico (sumergencia 2920 ft), adicional también nos indica presencia de gas en la formación, según Echometer del pozo Atacapi 15. 26 febrero 2013

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*



## Información de bombeo obtenida con el variador de frecuencia VSD antes de la intervención

La información registrada por el VSD del sistema de bombeo mecánico y descargada localmente utilizando el software DRIVE WIZARD de pozo Atacapi 15 se ilustra en la figura 3



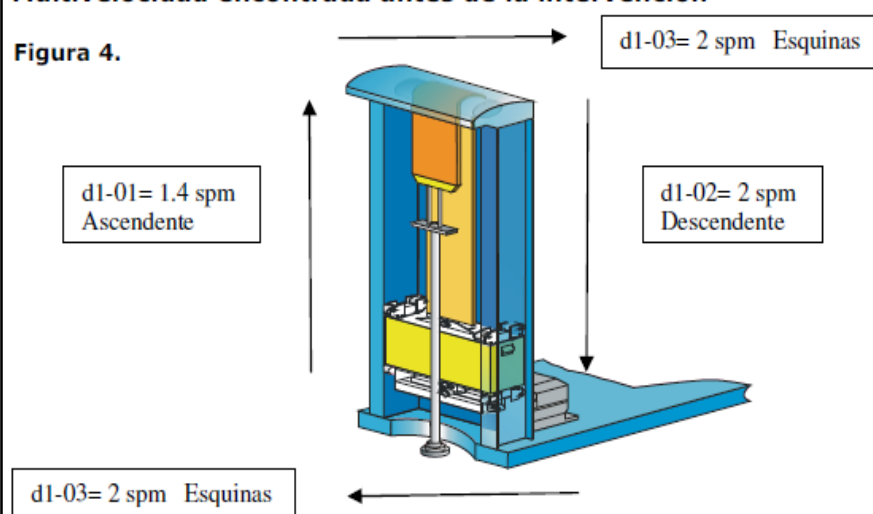
**Figura 3.** Carta gráfica del VSD en tiempo real del motor principal (min 1.4 spm - máx. 3.37 spm) velocidad Rotaflux del pozo Atacapi 15. 26 febrero 2013

## Control de Velocidad de la unidad Rotaflux

El variador de velocidad de la unidad Rotaflux del pozo Atacapi 15 tiene la posibilidad de operar con tres de las siguientes velocidades: carrera ascendente, carrera descendente y cambios de carreras o esquinas, se ilustra en la figura 4.

### Multivelocidad encontrada antes de la intervención

**Figura 4.**



*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*

## CONCLUSION DE FALLA

**1.-**Según las cartas dinamométricas que registra el Echometer TWM se observa que la bomba mecánica en fondo si está levantando muy poco fluido, esto puede ser que las válvulas de la bomba no estén trabajando correctamente por presencia de gas o presencia de sólidos.

Tenemos cargas en tiempo real de trabajo con:

**Peso 1.-**válvula fija no funciona correctamente pero si la válvula viajera.

Carga máxima PPRL 22295lb

Carga mínima MPRL 16446 lb

Esto hace que en ocasiones la bomba levante muy poco fluido

**Peso 2.-** válvula viajera no funciona correctamente pero si la válvula fija.

Carga máxima PPRL 25062lb

Carga mínima MPRL 22540 lb

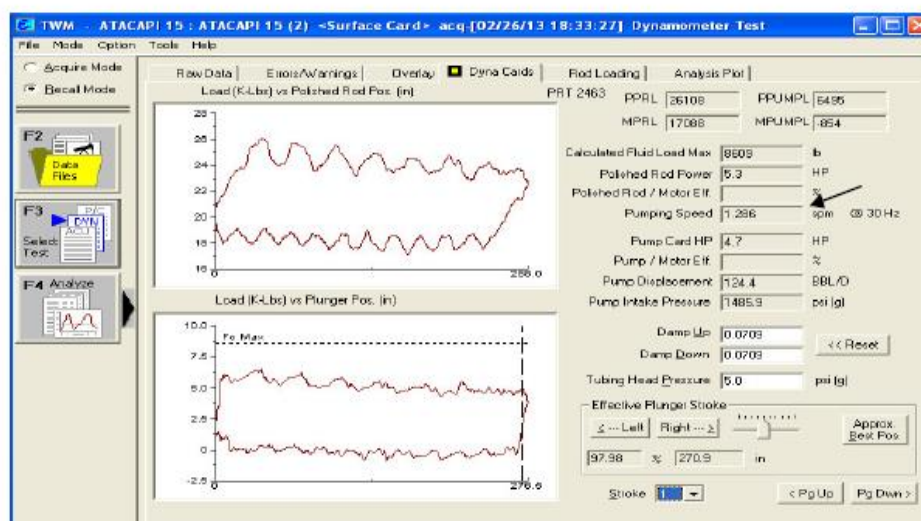
Esto hace que la unidad Rotaflex aumente su velocidad en carrera descendente hasta 1.37 spm por encima de lo programado.

**2.-** Según el nivel acústico nos indica que tenemos un nivel alto de sumergencia (fluido) y presencia de gas en la formación del pozo.

**3.-** Según gráfica del VSD nos indica que la unidad Rotaflex llega a aumentar su velocidad en un 1.37 spm por encima de lo programado en la carrera descendente, esto puede ser que la bomba está llenando completamente en pocas ocasiones pero no descarga su peso ya que no es muy seguido el aumento de velocidad. (Falla en ocasiones de la válvula viajera)

## Información dinamométrica de bombeo obtenida con el Echometer después de la intervención.

La información es registrada por el Echometer **TWM** con la PRT del pozo Atacapi 15, la misma que se ilustra en la figura 5.

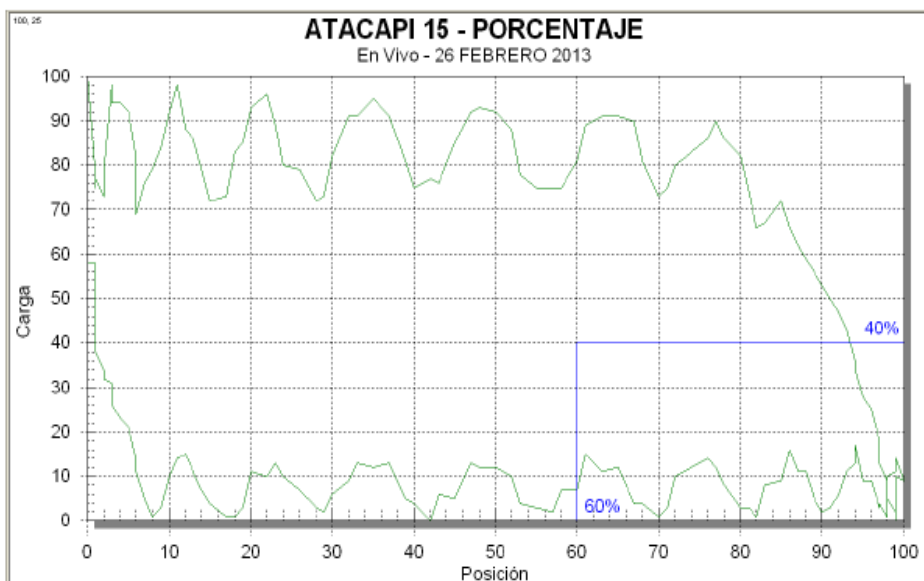


**Figura 5.** Carta Dinamométrica de superficie y de fondo según Echometer con una velocidad promedio de 1.28 spm del pozo Atacapi 15. 26 febrero 2013

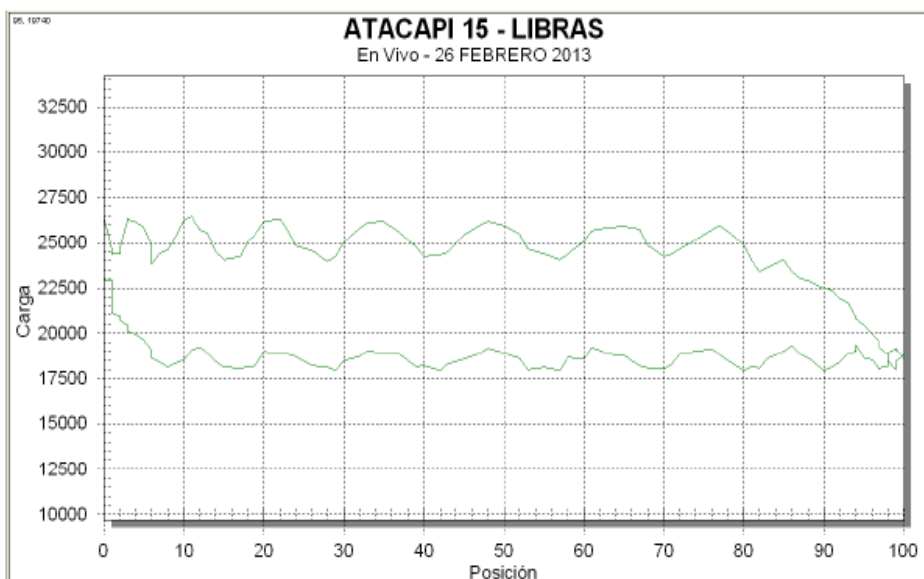
*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*

## Información de bombeo obtenida con el controlador RPOC después de la intervención

La información registrada por el RPOC del sistema de bombeo mecánico y descargada localmente utilizando el software RPC EXPLORER del pozo Atacapi 15, las mismas que se observan en las figuras 6-7-8 y 9

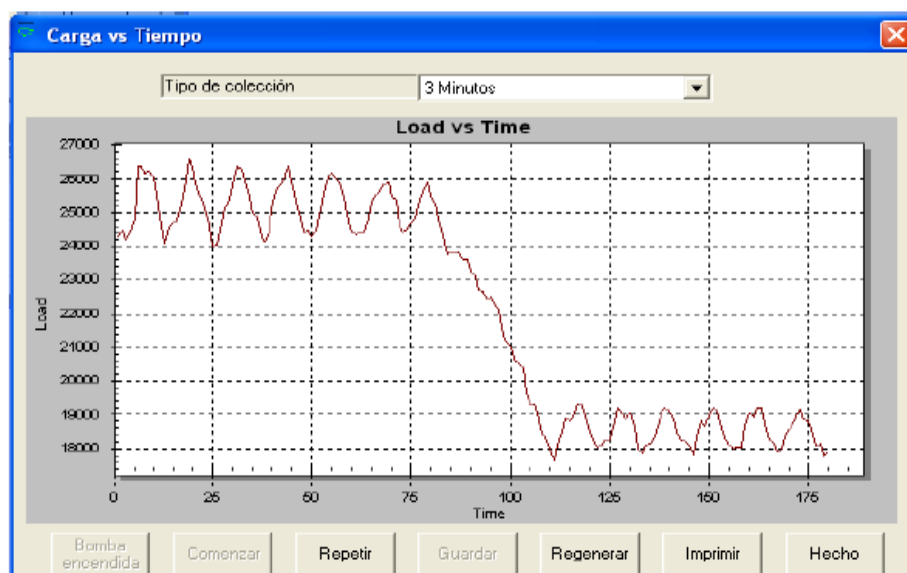


**Figura 6.** Carta dinamométrica carga vs posición sistema bombeo pozo Atacapi 15 en porcentaje



**Figura 7.** Carta dinamométrica carga vs posición sistema bombeo pozo Atacapi 15 en libras

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*



**Figura 8.** Grafica de carga vs tiempo sistema de bombeo mecánico pozo Atacapi 15

Parameter Number	Parameters Description	Value
79	carga mínima durante el último ciclo	17835Lb.
80	carga máxima durante el último ciclo	26822Lb.
85	Carga mínima desde el inicio	0Lb.
86	Carga máxima desde el inicio	27222Lb.
87	Expansión de carga durante el último ciclo	8995Lb.
88	Punto más bajo desde el inicio	8750Lb.
89	Promedio de carga durante el último ciclo	21474Lb.
90	Carga más baja desde el inicio	18562Lb.
210	límite de carga inferior	9300Lb.
211	límite de carga superior	34116Lb.
212	Lowest Allowed Average Load	0Lb.
213	Required Consecutive Load violation cycles	2
214	Load Violation Action	3 = Off/Reset
222	Number of Low Load Span Violations before Act	3
223	Valid Minimum Load Span	1500
225	Low Load Span Action	3 = Off/Reset

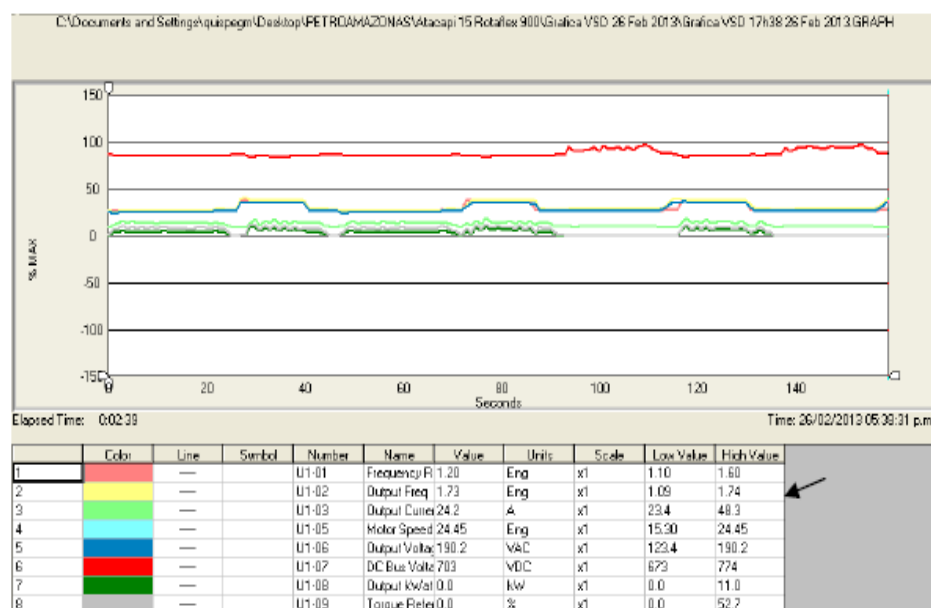
**Figura 9.** Gráfica de las cargas en tiempo real del bombeo pozo Atacapi 15

### Información de bombeo obtenida con el variador de frecuencia VSD después de la intervención

La información registrada por el VSD del sistema de bombeo mecánico y descargada localmente utilizando el software DRIVE WIZARD de pozo Atacapi 15 se ilustra en la figura 10

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*

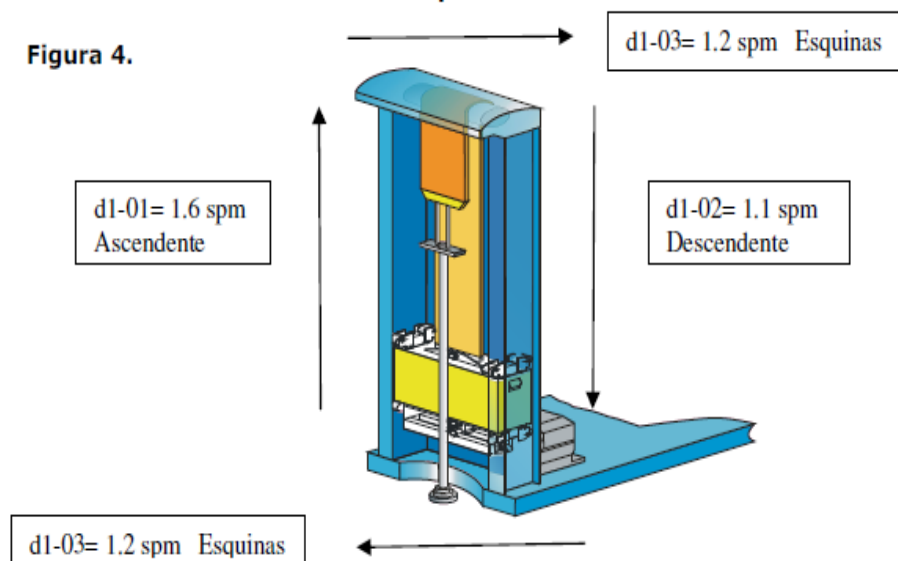




**Figura 10.** Carta gráfica del VSD en tiempo real del motor principal (min 1.09 spm – máx. 1.74 spm) velocidad RotaFlex del pozo Atacapi 15. 26 febrero 2013

### Multivelocidad encontrada después de la intervención

**Figura 4.**



*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*

## Resumen del estado actual de bombeo mecánico según Echometer y RPOC Wellpilot después de la intervención

Como verán en las cartas dinamométricas mostradas anteriormente la Unidad Rotaflex 900 indica un aceptable estado de producción, obteniendo cargas en tiempo real de trabajo con:

**Peso 1.-Echometer PRT** indican que las válvulas fija y viajera funcionan correctamente.

Carga máxima PPRL 26108lb

Carga mínima MPRL 17088 lb

**Peso 2.-Controlador RPOC** indican que las válvulas fija y viajera funcionan correctamente.

Carga máxima PPRL 26622lb

Carga mínima MPRL 17835 lb

Estos valores indican que la bomba está trabajando normalmente, succiona en fondo y descarga por tubing hasta llegar al tanque bota de producción con una presión en cabeza entre 10 a 20 psi.

### SUGERENCIAS

- 1.-**Se sugiere no realizar cambios de velocidades en el VSD y devolver el HMI (display) del variador de frecuencia a la parte interna del tablero de control Wellpilot.
- 2.-**Tomar nivel del pozo pasando un día por lo menos 2 veces más con la finalidad de ver si se mantiene la sumergencia y subir la velocidad (spm) para mejorar la producción.
- 3.-**No estar regulando la válvula de contrapresión y no maniobrar (estrangular) las válvulas que están en la línea de producción instalados en el cabezal.

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*

Anexo 14: Reporte de instalación del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex 900, pozo DAN-09.

Pág. 1

<b>COMPLETAMIENTO</b>				
Revestimiento		Profundidad Pozo		8406 ft
Prof. Bomba:		8350 ft		Tubería Anclada: SI NO X Prof.
FM:		ft NF:		ft Arenado %
(Fondo Medido)		(Nivel de Fluido)		
		Bomba: De Tubería		Inserta X
		Barra lisa: 1 1/2" X 36 ft		Espaciamiento:
		Longitud barra lisa por encima de la grapa:		Pulgadas
<b>DATOS DE LA UNIDAD DE BOMBEO</b>				
<b>UNIDAD DE POTENCIA MOTOR</b>				
Modelo		ROTAFLEX 900		
Marca	WFT	SPM	3	Poleas 20"
Recomidos de la unidad:	288"	Actual:	288"	
Marca	WFT	Model	NEMA B	
AMP	89,3	RPM	1190	HP 75
<b>MOTIVO DE LA INTERVENCIÓN</b>				
Entrega equipos de bombeo mecánico de superficie				
Instalación Wellpilot y programación				
Instalación Rotaflex 900				
Toma de niveles y monitoreo				
<b>FECHA</b>	<b>DESDE</b>	<b>HASTA</b>	<b>HORAS</b>	<b>DESCRIPCION ACTIVIDAD</b>
28-sep	9:00	9:45	0:45	Se llega a las oficinas del campo Libertador
	9:45	10:15	0:30	Se coordina actividades a realizar previo al desmontaje de la unidad Rotaflex 900 en el pozo Shuara 09 con el Ing Diego Estévez y adicional se solicita permiso de trabajo
	10:15	10:30	0:15	Se llega al pozo Shuara 09 junto con los Ingenieros Diego Estévez y Ángel Ron de PARDALIS
	10:30	12:00	1:30	Junto con los Ingenieros de Pardalis se hace una inspección de la locación para la ubicación de la unidad Rotaflex hasta que este listo las facilidades de instalación junto al cabezal (obra civil e instalaciones eléctricas) de la unidad de bombeo.
	12:00	13:00	1:00	Ing. Ángel Ron de seguridad de la Cia.Pardalis realiza una inspección global de la Grúa a utilizar para el desmontaje de la unidad Rotaflex, base de cemento de la unidad, contrapasas, motor eléctrico y demás accesorios de instalación de la unidad Rotaflex.
	13:00	18:00	5:00	Almuerzo Se realiza un ATS y una reunión de seguridad con el personal de grúa y de las plataformas previo al desmontaje de la unidad Rotaflex 900 y demás accesorios de la misma. Junto con el personal de Sertecpet se coordina las facilidades que se necesita, previo a las instalaciones eléctricas del Wellpilot. Speed Sentry y motor eléctrico de la unidad Rotaflex. Se deja ubicado en el sitio definitivo del Wellpilot, caja de resistencia y se deja pasado cable de control desde el Wellpilot hasta el cabezal del pozo.
29-sep	12:30	13:30	1:00	Se llega a la estación Secoya
	13:30	14:00	0:30	Se informa las actividades a realizar en el pozo Shuara 09 y se solicita permiso de trabajo al Ing. Diego Estévez de Pardalis
	14:00	14:15	0:15	Se llega al pozo Shuara 09
	14:15	17:00	2:45	Se procede a instalar caja de resistencias 6 ohmios, PL'C auxiliar de posición en el Wellpilot y se entrega el cable armado 3C + tierra, 2/0 AWG al Ing. Ángel López de Sertecpet para la instalación eléctrica del transformador - Wellpilot - Caja de paso.
02-oct	6:00	7:00	1:00	Personal de Weatherford se moviliza al Campo Libertador para recibir inducción de seguridad departe de Pardalis
	7:00	8:00	1:00	Inducción de Seguridad de parte de Pardalis
	8:00	8:20	0:20	Se llega al pozo Shuara 9
	8:20	11:20	3:00	Se abre permiso de trabajo con el Ing. Diego Estévez. Se realiza un ATS y una reunión de seguridad con el personal involucrado. Se observa que una de las paredes de la cama de arena estaba caída y faltaba compactar la misma para empezar el izaje de la unidad sobre la cama de arena. Se instalan repillas rompe viento, corbata, hualta y guardas de seguridad de la escalera en la unidad RTX 900. Se saca tope de madera que se encuentran adentro del carro de contrapasas. Se limpian roscas de la base de concreto y se coloca polea de 10" en el motor.
	11:20	11:50	0:30	Se traslada a Campo Libertador y se suspende el Permiso de Trabajo. Se suspende la instalación de la unidad hasta el día jueves debido a que no se encuentra acabada la cama de arena.
04-oct	7:00	8:00	1:00	Movilización del personal de Weatherford al pozo Shuara 9
	8:00	8:30	0:30	Se abre el permiso de trabajo con el Ing. Alberto Nardéez. Se realiza reunión de Seguridad Pre operacional con personal involucrado en la instalación del equipo.
	8:30	9:00	0:30	Se realiza una revisión de la Viga "H" y cama de arena (coloca marcas). Se coloca la base de concreto en dos movimientos sobre la cama de arena y se alinea la base de concreto a 6" del eje del pozo.
	9:00	11:00	2:00	Usando 4 hualtas de 20 pies en las orejas de carga de la unidad se levanta el Rotaflex y en dos movimientos se posiciona sobre la base de concreto con el frente del patín de la unidad a 7 pies de los soportes de alineación. Se asegura con los 4 buíones de seguridad y se ponen 2 tacos de madera para asentar la parte de la unidad que queda en voladizo.
	11:00	13:00	2:00	Se sacan los cables de 20 pies de las orejas de carga y se colocan dos cables de 10 pies en las orejas de izaje. Se liberan los pines de los soportes, se colocan los brazos de soportes horizontales y el operador de la grúa levanta suavemente hasta alcanzar la posición vertical. Se aseguran los pernos transversales y se pone pin para asegurar los brazos de soporte horizontales. Se corre la unidad 6 pulgadas hacia adelante con la ayuda de una galleta.

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

	13:00	18:00	5:00	Se instala motor de 75 HP y se alinean las poleas (10" motor, 20" reductora) con correa de 5 canales. Se coloca colector de banda. Se cheque holgura entre el disco de freno y las zapatas. Se coloca 37 galones de aceite 80W90 en la estructura y 63 galones de aceite Meropa 220 en la caja reductora.
				Se encuentra el cable de control y poder con huellas de aplastamiento. Personal de Serfecpet realiza las conexiones eléctricas hacia el motor. Se realizan conexiones en el Speed Sentry, caja de paso y Well pilot.
	18:00	20:00	2:00	Se configura parámetros tanto en el Speed Sentry como en el Well Pilot. Se pasa el cable de la celda de carga por un lado de la estructura de la unidad hasta el Speed Sentry. Se realiza un autoajuste del motor eléctrico y se calibra la celda de carga en el well pilot. Se arranca el motor para bajar el corbalt y conectarlo al vanilón puido.
	20:00	23:00	3:00	Se pone contrapesos centrales (6000 lb) y contrapesos laterales (5000 lb) y se deja balanceado con respecto al peso de fondo.
	23:00	0:00	1:00	Se arranca la unidad con 2 strokes por minuto. Se hacen ajustes de parámetros en el Well Pilot. Se deja locación con la unidad en funcionamiento a 2 SPM y una presión del cabezal de 30 - 35 PSI.
	0:00	1:00	1:00	Retorno a Lago Agrio
05-oct	9:00	10:00	1:00	Personal de Weatherford se moviliza al pozo Shuara 09
	10:00	10:20	0:20	Se abre el permiso de trabajo con el Ing. Alberto Narváez. Se realiza reunión de Seguridad Pre operacional con personal involucrado
	10:20	12:30	2:10	Se observa que la unidad está trabajando normalmente a 2 SPM y la presión del cabezal permanece entre 30 - 35 PSI. Se realiza registro de nivel dándonos como resultado un nivel de sumergencia de 1099 ft. Además se realiza registro de dinagrama dándonos un carta buena indicándonos un llenado completo de la bomba (Se adjunta registros). Además se comprueba que el carro de contrapesos se encuentre afinado.
	12:30	16:30	4:00	Se autoriza por parte de Pardalis aumentar velocidad de la unidad a 3 SPM. Se observa golpe leve de bomba por lo que se espesa la bomba 6 pulgadas. Se monitorea parámetros de operación. Además se retira material sobrante en la locación. y se deja 7800 libras de contrapesos para RTX 1100 por no haber equipo para levantar tal carga, queda bajo custodia del operador de la estación y en conocimiento de ingeniería de Pardalis.
	16:30	17:30	1:00	Se toma otro registro de nivel dando como resultado una sumergencia de 964 ft. Se realiza prueba manométrica levantando la presión hasta 280 PSI en 2 strokes completos. Se deja locación con la unidad funcionando correctamente a 3 SPM y una presión del cabezal de 30 - 40 PSI
	17:30	18:30	1:00	Retorno a Lago Agrio
	22:00	22:30	0:30	Se recibe llamada de parte del Ing. Alberto Narváez por el motivo de un corto circuito en la locación. Por políticas de Weatherford no se pueda hacer la movilización del personal. Se recomienda apagar el equipo y se coordina con el para ir al día siguiente hacer la inspección.
06-oct	6:30	7:30	1:00	Personal de Weatherford se moviliza al pozo Shuara 09
	7:30	7:45	0:15	Se realiza reunión de Seguridad Pre operacional con personal involucrado
	7:45	11:00	3:15	Se observa que la unidad se encuentra apagada. Se hace una inspección visual en la unidad y el Well Pilot y no se observa ninguna novedad. Se ajustan parámetros en el Well Pilot y se arranca nuevamente la unidad. Se pone grasa en corona superior y en los rodamientos del rodillo superior. Se tensa la cadena.
	11:00	12:00	1:00	Se da charla de funcionamiento de la unidad y del Well Pilot. A pedido del Ing. A. Narváez se sube la velocidad a 3.7 SPM. A las 12:09 se observa el primer dato de flujo (13.9 Bbl) a las 15:09 se observa el dato de flujo (53.6 Bbl) dándonos un promedio de 13.23 Bbl/H lo que da como resultado un flujo de 317.6 Bb/D. Se autoriza de nuevo a bajar velocidad a 3 SPM.
	12:00	17:30	5:30	Se monitorea parámetros de operación. Se toma registro de nivel dando una sumergencia de 844 FT y una carta dinagráfica con un llenado de bomba del 98%. Se deja la unidad en condiciones de operación normales tanto en fondo como en superficie. Se deja locación con unidad trabajando a 3 SPM y presión de cabezal de 34 PSI
	17:30	19:00	1:30	Retorno a Lago Agrio

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

Anexo 15: Reporte de desmontaje de equipo Rotaflex 900 con daño mecánico, instalación de Rotaflex 900 nuevo, pozo DAN-09.

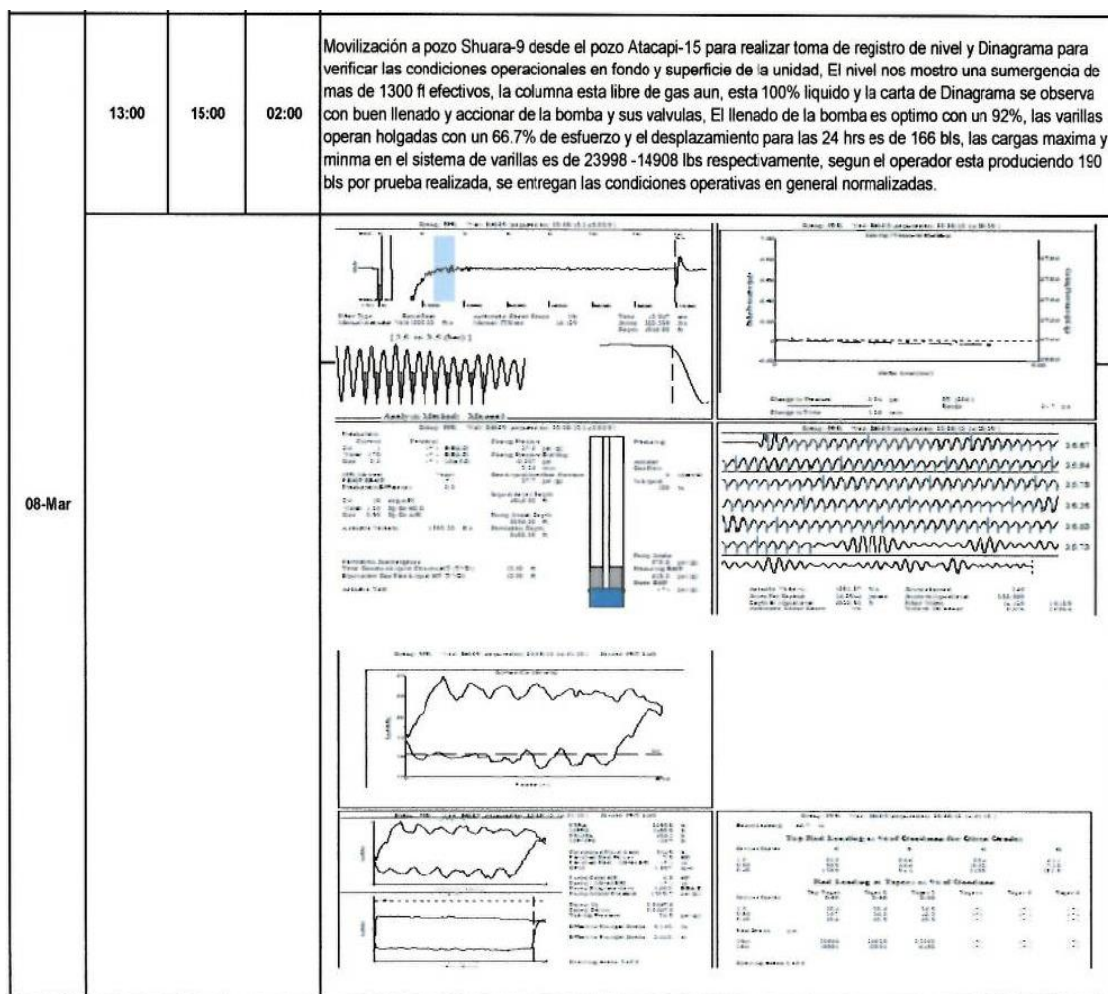
Pág.1

<b>COMPLETAMIENTO</b>			
Revestimiento	7"	Profundidad Pozo	8406' BT
Prof. Bomba:	8296'	Tubería Anclada:	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
FM:	ft	NF:	ft
Arenado		%	
Longitud barra lisa por encima de la grapa:		60" Pulgadas	
(Fondo Medido)		(Nivel de Fluido)	
<b>DATOS DE LA UNIDAD DE BOMBEO</b>		<b>UNIDAD DE POTENCIA MOTOR</b>	
Modelo	ROTAFLEX 900	320-360-288	Marca
WTF	SPM	-	Polea
Recorridos de la unidad:	288"	Actual:	-
<b>MOTIVO DE LA INTERVENCION</b>			
Cambio de Rotaflex en pozo Shuara 9 por daño en top sprocket			

FECHA	DESDE	HASTA	HORAS	DESCRIPCION ACTIVIDAD
05-Mar	13:00	14:30	01:30	Movilización a pozo Shuara-9 desde Lago Agrio por solicitud de Petroamazonas EP
	14:30	17:00	02:30	Autorización de PAM para intervenir Rotaflex 900, activación de freno automático y manual para asegurar equipo antes de realizar la inspección del daño reportado. Apertura de puertas frontales y detección visual de restos del rodamiento de la rueda dentada superior, toma de muestras fotográficas. Apertura de puerta alta posterior, revisión de conjunto sprocket y registro fotográfico. <b>EVALUACIÓN:</b> Daño severo en los rodamientos del top sprocket. Rotaflex Inoperativa.
	17:00	18:00	01:00	Por la complejidad de la reparación de este componente, es necesario movilizar el equipo a nuestro taller y en su lugar se instalará un Rotaflex nuevo. En reunión con personal de PAM se coordina equipos y personal para iniciar la operación en la mañana.
	18:00	19:30	01:30	Para el día de mañana se coordinó el transporte, la grúa, el aceite y la cuadrilla para liberar el equipo e instalar uno nuevo con la brevedad del caso para no perder producción.
06-Mar	06:30	08:00	01:30	Retorno a Lago-Agrio
	08:00	12:00	04:00	Movilización a pozo Shuara-9 desde Lago Agrio con autorización de PAM
	13:00	18:00	05:00	Desactivación de freno automático y manual para mover carro de contrapesos estratégicamente. Con colaboración de una cuadrilla se libera el contrapeso y se recorre el carro al tope inferior, una vez en este punto se coloca el freno manual. Se instala una grapa en el vanillón y con apoyo de un winche-macho se levanta la sarta para liberar del colgador del rotaflex, una grapa adicional es colocada sobre el stf box y se descarga el peso de la sarta sobre esta. Desconexión de motor. <b>NOTA:</b> Por mal tiempo y la prohibición de realizar operaciones de izaje en la noche se suspende la intervención hasta el día de mañana.
	18:00	19:30	01:30	Retorno a Lago-Agrio
07-Mar	07:00	08:00	01:00	Movilización a pozo Shuara-9 desde Lago Agrio con autorización de PAM
	08:00	12:00	04:00	Llegada de nuevo al pozo para terminar de dismantelar los accesorios de la unidad RTX y dar comienzo al Rig-down de la misma, se baja la unidad, de allí se toman de nuevo medidas en la alineación de la base de concreto, se centra 1 pulg hacia la derecha se carga la unidad en la plataforma que esta en el pozo y de allí se coloca la otra rotaflex traída al pozo para el cambio, asegurando de nuevo las parrillas cubre-hombre, corbata y vientos para el izaje, se coloca la unidad sobre la base de concreto, se iza de nuevo el equipo y se hala hacia adelante con el carro macho, dejando centrado y alineado el mismo, se cargan los aceites en el reductor y el carter con la cantidad necesaria, 63 gls y 37 gls, se cargan las contrapesas mientras que se conecta la parte eléctrica por parte nuestra ya que los electricos no llegaron al sitio a conectar el motor, luego de haber tension se da arranque al motor y se engancha la barra pulida a 25 ft de altura con el carro canasta de nuevo con éxito. se cargan las contrapesas de nuevo y se da arranque definitivo a las 16:45 hrs entregando la operación normalizada al ingeniero Byron Peña Herrera en el sitio con 1.9 SPM, se hizo una manométrica con 100 psi durante 10 minutos con éxito y en el Well Pilot la carta se mostro llena con el 100%, las condiciones de operación generales en fondo y superficie quedan favorables y normalizadas.
	17:45	18:50	01:05	Retorno a Lago-Agrio

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.



Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.



Anexo 16: Reporte de instalación del sistema de bombeo mecánico con Rotaflex 900, pozo JAV-02.

Pág.1

<b>COMPLETAMIENTO</b>				
Revestimiento	9244,00	Profundidad Pozo	8746	Bomba: De Tubería <input type="checkbox"/> Inserta <input checked="" type="checkbox"/>
Prof. Bomba:	11/12/1923	Tubería Anclada:	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	Prof. <input type="checkbox"/> Barra lisa: <input type="checkbox"/> Espaciamiento: <input type="checkbox"/>
FM:	<input type="checkbox"/> ft	NF:	<input type="checkbox"/> ft	Arenado <input type="checkbox"/> % Longitud barra lisa por encima de la grapa: <input type="checkbox"/> Pulgadas
(Fondo Medido)		(Nivel de Fluido)		
<b>DATOS DE LA UNIDAD DE BOMBEO</b>			<b>UNIDAD DE POTENCIA MOTOR</b>	
Modelo	ROTAFLEX 900			Marca <input type="checkbox"/> WFT Model <input type="checkbox"/>
Marca	WFT	SPM	2.08	Polea <input type="checkbox"/> AMP <input type="checkbox"/> RPM <input type="checkbox"/> HP <input type="checkbox"/>
Recorridos de la unidad: <input type="checkbox"/> Actual: <input type="checkbox"/>				
<b>MOTIVO DE LA INTERVENCIÓN</b>				
Instalación de Rotaflex 900				
Instalación de Variador y controlador.				
Instalación de equipo de fondo.				
Estabilización de parámetros				
<b>FECHA</b>	<b>DESDE</b>	<b>HASTA</b>	<b>HORAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD</b>
16-jun	7:00	11:00	4:00	Coordinación y carga de material faltante para instalación de Rotaflex.
	11:00	13:00	2:00	Traslado de personal de Weatherford para Secoya 02.
	13:00	18:00	5:00	Colocación de bushing y poleas. Colocación de aceite en caja reductora y carter. Alineación de carro contrapesas. Alineación de poleas. Colocación de bandas. Colocación de guardas. Se encuentra que el motor eléctrico fue instalado el día anterior por EPP.
	18:00	19:00	1:00	Retorno a Lago Agrio.
17-jun	7:30	8:30	1:00	Traslado de personal de Weatherford para Secoya 02.
	8:30	11:00	2:30	Instalación de cable de control.
	11:00	12:00	1:00	Se comienza la instalación de cables de control. Se recibe de EPP material encargado para instalación de sensores y conexiones de control incompleto, queda faltante el display del variador, load cell y accesorios pequeños.
	13:00	17:00	4:00	Instalación de variador, controlador y caja de paso con Speed Sentry. Se empizan pruebas para Tune-Up de motor eléctrico desde variador. No es posible la maniobra y se encuentra que personal eléctrico de EPP realizó la instalación incorrecto. Se toman las acciones debidas.
				Mientras se realiza la instalación, personal de EPP se encuentra realizando construcción de facilidades. La Skytop está ubicada en sitio y aun no se ha realizado ninguna maniobra ya que se cierra camisa por Dygoil y se espera que MKP recircule el pozo con 300 BBLs.
	17:00	18:00	1:00	Programación y pruebas de funcionamiento de Rotaflex. Orden y limpieza.
	18:00	19:00	1:00	Retorno a Lago Agrio.

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

18-jun	8:00	9:00	1:00	Traslado de personal de Weatherford para Secoya 02.
	9:00	11:00	2:00	Verificación de programación de VSD, RPC y SC. Orden y limpieza.
	13:30	17:00	3:30	Aparentemente, los 300 BBLs de agua inyectados el día anterior al pozo para recirculación no fueron retenidos y se espera que se vuelva a inyectar 400 BBLs más por MKP. Se realiza la inspección de Atacapi 15.
	17:00	18:00	1:00	Se realiza recirculación de pozo con 300 BLLS.
	18:00	19:00	1:00	Retorno a Lago Agrio.
19-jun	8:30	9:30	1:00	Traslado de personal de Weatherford para Secoya 02.
	9:30	11:00	1:30	Instalación de BOP, Te de Producción y Prensaestopa.
	11:00	12:00	1:00	Prueba de bomba Hollow 30-225-RHBC-32-6-2-2
	14:00	16:30	2:30	Instalación de (1) pony rod 2' de 3/4, (78) varillas de 3/4" y 11 varillas de 7/8"
	16:30	17:30	1:00	Retorno a Lago Agrio.
20-jun	7:00	8:00	1:00	Traslado de personal de Weatherford para Secoya 02.
	8:00	16:30	8:30	Instalación de (147) varillas de 7/8" y (94) varillas de 1".
	16:30	17:30	1:00	Retorno a Lago Agrio.
21-jun	7:00	8:00	1:00	Traslado de personal de Weatherford para Secoya 02.
	8:00	10:00	2:00	Se termina de bajar 33 varillas de 1". Se adiciona a la sarta pony's de 1" x 8 ft, 6 ft, 2 ft respectivamente. Se coloca el polished rod de 1-1/2" x 36'.
	10:00	12:00	2:00	Se asienta la bomba con 6000 lbs. Se procede a realizar el espaciado de la bomba. Queda 45" por arriba del punto neutro. Se coloca stuffing box. Se coloca grapa de 1-1/2".
	14:00	15:00	1:00	Se recorre unidad RTX 900 hasta su posición final en la base de concreto.
	15:00	16:00	1:00	Comienza la prueba hidrostática. Se inyecta agua limpia (40 barriles) al tubing. Se embola con la unidad RTX 900. La presión aumenta a 150 psi. Se mantiene la presión por 5 min. La prueba concluye con éxito. El pozo, con el equipo de fondo, queda completado.
	16:00	18:30	2:30	Se procede a conectar el equipo de fondo con el equipo RTX 900. El colgador con la grapa y la celda de carga se conecta al polished rod. Se comienza a colocar contrapesas en el carro inversor de movimiento. Se coloca 6000 lbs en total.
	18:30	19:30	1:00	Retorno a Lago Agrio.

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*



*Anexo 17: Reporte de mantenimiento preventivo de 1000 horas en la unidad Rotaflex 900, pozo JAV-02.*

<b>COMPLETAMIENTO</b>				
Revestimiento	-	Profundidad Pozo		Bomba: De Tubería
Prof. Bomba:		Tubería Anclada:	SI NO	Prof.
FM:	ft	NF:	ft	Arenado %
(Fondo Medido)		(Nivel de Fluido)		Longitud barra lisa por encima de la grapa:
				Pulgadas
<b>DATOS DE LA UNIDAD DE BOMBEO</b>			<b>UNIDAD DE POTENCIA MOTOR</b>	
Modelo		Marca	Model	NEMA
Marca	SPM	Polea	AMP	RPM HP
Recorridos de la unidad:		Actual:		
<b>MOTIVO DE LA INTERVENCION</b>				
Mantenimiento Preventivo 1000 Horas				
<b>FECHA</b>	<b>DESDE</b>	<b>HASTA</b>	<b>HORAS</b>	<b>DESCRIPCION ACTIVIDAD</b>
07-Ago	6:30	8:45	2:15	Personal de Weatherford se moviliza a Ingeniería Libertador para solicitar permisos de intervención del equipo Rotaflex 900 (mantenimiento preventivo 1000 horas)
	8:45	9:00	0:15	Movilización al pozo Secoya 2, reunión de seguridad y pre-operacional
	9:00	11:00	2:00	Se detiene equipo con paro de emergencia y freno manual, se apaga WellPilot. Evacuación del aceite de estructura y de caja reductora con vacuum (aceite contaminado).
	11:00	13:00	2:00	Con brazo hidráulico se colocan 35 gal. de aceite Meropa220 (No había disponibilidad de Aceite 80W90) en estructura y 67 gal. de aceite Meropa 220 en caja reductora. <b>NOTA:</b> El aceite se cambió en presencia de un representante de EPP.
	13:00	14:00	1:00	Se lubrica Top drum y Top sprocket con grasa especial para rodamientos
	14:00	15:00	1:00	Chequeo alineación de las poleas (desalineadas). Se corrige y se verifica la tensión de la banda. OK, Pastillas de freno de emergencia y manual nuevas, Se realizó pruebas de frenado. OK
	15:00	16:00	1:00	Corrección de tensión de la cadena, chequeo de alineación de carro de contrapesos OK.
	16:00	17:00	1:00	Arranque de equipo con parámetros estables, Velocidad de bombeo: 1,7 SPM

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*

Anexo 18: Reporte de falla mecánica e instalación de equipo de fondo nuevo, pozo JAV-02.

Pág. 1

<b>COMPLETAMIENTO</b>			
Revestimiento: _____	Profundidad Pozo: _____	Bomba: _____	De Tubería: _____
Prof. Bomba: 8900	Tubería Anclada: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Barra lisa: 1 1/2" x 36'	Inserta: <input checked="" type="checkbox"/> X
FM: _____ ft	NF: _____ ft	Arenado: _____ %	Espaciamiento: 36"
(Fondo Mojado)	(Nivel de Fluido)	Longitud barra lisa por encima de la grapa: 18	pulgadas
<b>DATOS DE LA UNIDAD DE BOMBEO</b>		<b>UNIDAD DE POTENCIA MOTOR</b>	
Modelo: ROTAFLEX-900	Marca: LEESON	Modelo: _____	_____
Marca: WFT	SPM: _____	Polea: C4	AMP: _____
Recorrido de la unidad: 288"	Actual: 288"	RPM: 1780	HP: 75

MOTIVO DE LA INTERVENCION				
REPORTE DE FALLA MECANICA E INSTALACION DE EQUIPO DE NUEVO.				
FECHA	DESDE	HASTA	HORAS	DESCRIPCION ACTIVIDAD
1-Jan	14:00	16:00	2:00	En pozo secoya-02 para verificar operación de la unidad de superficie la cual opera con 1.8 spm y el pozo no fluye, se observa que no hay acción de bomba y se pide a ingeniería que se traigan el carro bomba y el vacuum con agua limpia para poder inyectar agua en directa para tratar de desbloquear las válvulas por si es gas lo que afectaba la bomba en fondo.
	16:00	18:00	2:00	Llegan los camiones con el fluido y la bomba, se hacen las conexiones en superficie por el tubing y se comienza a inyectar agua en directa, se presiona hasta 200 psi y se arranca la unidad para ver el efecto de bombeo sin éxito, se inyecta de nuevo y se presiona paulatinamente dando 300, 400 y hasta 500 psi, se arranca la unidad en varias ocasiones y el bombeo es nulo en todas las ocasiones, la bomba solo fluye muy poco y se decide por parte nuestra dejar que trabaje en la noche haber si desocupa algo de columna y hacer seguimiento al siguiente día.
2-Jan	7:00	10:00	3:00	Llegada a pozo para observar que la bomba sigue desplazando muy poco fluido en superficie por lo que se decide dejar la unidad en línea y hacer seguimiento.
	10:00	12:00	2:00	En pozo atacapi para re-espacia la sarta por golpe de bomba y para revisar que los cauchos del stuffing box dieron fuga y el flujo alcanza la parte superior de la torre, se hace el trabajo de nuevo de arranque y se deja la unidad arrancada reportando a ingeniería de Libertador para que le den seguimiento al flujo para poder ajustar la back pressure valve para evitar de nuevo bloqueo por gas si es el caso.
	14:00	15:00	1:00	se va a secoya -02 de nuevo y se observa un ligero flujo de la línea al parecer porque aun sigue la columna muy llena, se reporta a ingeniería.
4-Jan	13:00	15:00	2:00	Llega el carro bomba y el vacuum con 80 bls de agua limpia, se hacen las conexiones al anular y se prueban las líneas de inyección, ya probadas se da comienzo a la inyección de agua por el anular, se recibe fluido por el tubing y se circula al tanque vertical de la locación.
	15:00	17:30	2:30	Después de llenar y recircular en reversa por mas de 2 hrs se hacen unos arranques previos en la unidad de bombeo Rotaflex y se observa que la bomba no desplaza fluido, al abrir el toma muestra se ve bastante químico viscoso en la línea, luego se re-espacia la sarta de varillas para dar un golpe mas fuerte en la bomba y de nuevo se acciona la unidad, pero en ningún momento se ve trabajo de bomba, no hay fluido en superficie, se informa a ingeniería y se decide que se retira hacia tras la Rotaflex para que entre el siguiente día la skitop de patrón para sacar bomba.
	17:30	18:00	0:30	Llega al sitio el carro maquina y se desenganchan las sarta para comenzar la unidad 6 ft hacia atrás para dar vía libre a la varillera para el siguiente día. Queda listo para la entrada del equipo, de allí se pasa por Atacapi-15 para verificar que esta fluyendo y la presión es de 100 psi, queda normalizado después de haber hecho trabajo de destaponamiento de la bop por los tacos de goma de la misma los cuales estaban salidos de la guía de ajuste.
5-Jan	7:00	9:00	2:00	Movilización a pozo Secoya-02 para realizar la maniobra de tensión el bomba después de la ubicación e izaje de la varillera, al comenzar se suelta el stuffing box y se hala la sarta hasta ver que después de mas del recorrido de la bomba no se presenta ninguna tensión, por esta razón se da comienzo a la sacada de la varilla en general para sacar bomba y verificar en ella la falla.
	9:00	12:00	3:00	Se continua sacando varilla por el equipo skitop.

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

	13:00	17:00	4:00	Se continua sacando varilla de 3/4" , se observa que la varilla sale en buen estado en general, se deja colgada la sarta y asegurado el pozo para continuar al siguiente día.
6-Jan	8:00	9:00	1:00	De nuevo en el pozo secoya-2 para terminar de sacar la varilla de 3/4" que queda en fondo, se termina de sacar hasta llegar a la bomba la cual al salir se observa que sale cerrado el piston al barril, deduciendo que esta pegado en su interior por sedimento a algun cuerpo extraño que no dejo accionar este y haciendo que la bomba se desacentara lo cual dio para que esta viajara con el recorrido de la unidad y no fluyera el pozo.
	9:00	9:30	0:30	Se va a ingeniería para dar la observacion de que se recircule el pozo ya que la falla estuvo relacionada a sedimento o algun sucio que freno el piston dentro del barril y existe la posibilidad que al bajar otra bomba pueda pasar lo mismo, debido a que no tienen las maquinas a disposicion para realizar dicha maniobra se decide por parte de ellos que corren el riesgo y se baje de nuevo con la bomba nueva.
	9:30	10:30	1:00	De nuevo en sitio para despachar en la plataforma que llevo con la bomba nueva, la bomba que salio de pozo, se ajusta la guia espiralada y el pony de 2 ft X 7/8" sobre la misma y se cuelga de la torre para realizar prueba de bomba, esta no acciona en la valvula viajera y por esta razon se hace un trabajo de limpieza con JP-1 para limpiar la grasa que atasca la valvula, despues de lavar y accionar con el equipo varillero, se despegas esta y se hace la prueba de bomba en superficie con éxito, se deja registro fotografico.
	10:30	11:45	1:15	Se da comienzo a la bajada de varilla de forma continua.
7-Jan	13:00	15:30	2:30	Se termina de bajar la varilla de 1 " y se continua con la varilla de 3/4". Quedan aproximadamente unas 164 varillas por bajar a fondo, se continuara al siguiente día.
	7:45	9:00	1:45	De nuevo en pozo secoya para continuar bajando varilla de 3/4" con torque circunferencial,
	9:00	10:00	1:00	SE va a pozo shushuqui -11 para verificar con obras civiles las medidas para la instalacion de rotaflex en el sitio.
	13:00	14:00	1:00	Se termina instalación de fondo en el siguiente orden: * Niple ranurado. * Bomba doble etapa: * (1) Pony 7/8 x 2 * Guia espiralada. * (12) Varilla 1 x 25 * (76) Varilla 3/4 x 25 * (148) Varilla 7/8 x 25 * (114) Varilla 1 x 25 * (1) Pony 1 x 8 * (1) Pony 1 x 4 * Varilla pulida 34 ft.
	14:00	15:00	1:00	Se realiza maniobra de espaciamiento con 30 pulgadas. Se realiza prueba hidrostática con 180 PSI durante 15 minutos sin perder presión.
	15:00	16:00	1:00	Se mueve con camión remolque la unidad se asegura y se coocan contrapesas. Se realiza programación de Well Pilot y se deja con 1,5 SPM para el arranque y estabilización.

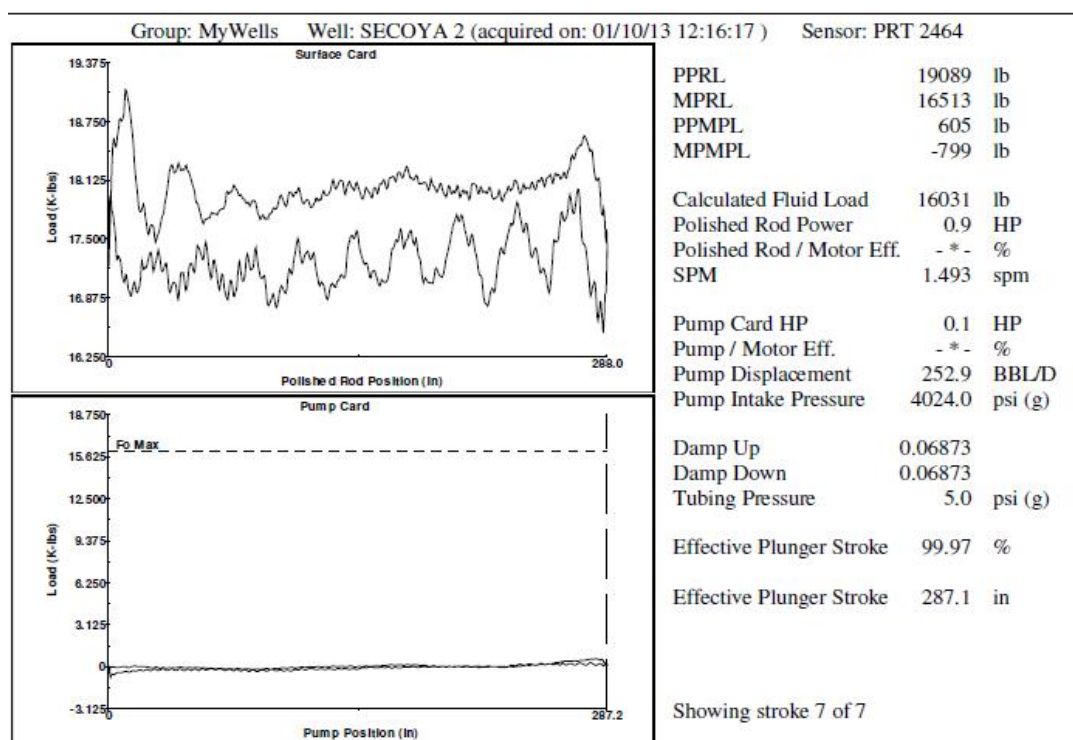
Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.

Anexo 19: Reporte de registro acústico y dinamograma, pozo JAV-02.

Pag. 1

<b>COMPLETAMIENTO</b>				
Revestimiento:	Profundidad Pozo:	Bomba:	De Tubería:	Inserta: X
Prof. Bomba: 8500	Tubería Anclada: SI x NO	Prof.:	Barra lisa: 1 1/2" x 36"	Espaciamiento: 36"
FM: NF	ft	Arenado: %	Longitud barra lisa por encima de la grapa: 18	pulgadas
<b>DATOS DE LA UNIDAD DE BOMBEO</b>				
Modelo: ROTAFLEX-900	Marca: WFT	Modelo:		
Marca: VII I	SPM: 288	Polea: c4	AMP: 1780	HP: 75
Recomendación de la unidad:	Actual: 288"			
<b>MOTIVO DE LA INTERVENCIÓN</b>				
REGISTRO DE NIVEL Y DINAGRAMA PARA CONFIRMAR DESASENTAMIENTO DE BOMBA MECÁNICA DEBIDO A COLAPSO DE PISTÓN Y BARRIL.				
<b>FECHA</b>	<b>DESDE</b>	<b>HASTA</b>	<b>HORAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD</b>
09-ene	10:00	11:00	1:00	Movilización de personal de WFT para Campo Libertador.
	13:00	13:30	0:30	En Estación Libertador, se conversa con Ingeniero Walter Paredes sobre el descenso de producción en Secoya 02 y se solicita asistencia técnica.
	13:30	16:00	2:30	Movilización a la Locación Secoya 02. La unidad se encuentra a 1,5 SPM y se siente un ligero golpe de fondo. Se revisa Well Pilot y se ve que la carta de fondo tiene un Fo = 0. Para descartar, se se aumenta la velocidad a 2,5 SPM, y se puede comprobar un golpe muy severo de bomba. Se regresa a las condiciones normales y se apaga el equipo. Se informa sobre las novedades a Ingeniero Ricardo Muso; se acuerda realizar un Echometer al siguiente día.
	16:00	17:00	1:00	Retorno a Lago Agrio.
10-ene	10:00	11:00	1:00	Movilización de personal de WFT para Campo Libertador.
	11:00	12:00	1:00	Se realiza registro Acústico, con los siguientes resultados: * Total Gaseous Liquid Column HT (TVD)= 3505 ft * Equivalent Gas Free Liquid HT (TVD)= 3505 ft * Pump Intake= 1248.4 psi * Producing BHP= 1268.0 psi * Static BHP= 1592.6 psi * Casing Pressure Buildup= -0.037 psi // 7.00 min
	12:00	13:00	1:00	Se realiza registro de Dynagrama, con los siguientes resultados: * PPRL= 19089 lb * MPRL= 16513 lb * Calculated Fluid Load= 16031 lb * Total Rod Weight= 20918 lb
	13:00	14:00	1:00	Presentación de resultados en Estación Libertador.
				Análisis de Resultados.  * MPRL-TRW<0 -> Nos confirma que no hay desplazamiento de fluido y más bien, ya Fo=0, cuando debería tener ideal, 16031, podemos concluir que al no haber aumento de carga, tenemos un estancamiento del fluido en tuing, confirmando que la carga del fluido es casi 0(cero), es decir PPUMPL - MPUMPL=605-799= -194 LB. * Se puede ver una sumergencia de bomba alta ( TGLC= 3505 ft), además de presiones altas en la entrada de la bomba.
				Recomendaciones:  * Se recomienda sacar la bomba para análisis de falla, ya que se puede afirmar que la causa del colapso del pistón son sólidos en la formación. En un informe anterior se recomendó circular el pozo los días necesarios para librar de sólidos a la formación.

Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.



Group: MyWells Well: SECOYA 2 (acquired on: 01/10/13 12:16:17 )

Beam Loading 53.0 %

**Top Rod Loading as % of Goodman for Given Grades**

Service Factor	C	D	K	H
1.0	24.7	16.8	27.2	48.6
0.85	29.0	19.7	32.0	57.2
0.60	41.1	28.0	45.4	81.0

**Rod Loading at Tapers as % of Goodman**

Service Factor	Top Taper S-88	Taper 2 S-88	Taper 3 S-88	Taper 4 S-88	Taper 5 S-88	Taper 6
1.0	8.9	5.4	5.5	3.4	4.6	- * -
0.85	10.5	6.4	6.5	4.1	5.4	- * -
0.60	14.8	9.0	9.2	5.7	7.7	- * -

Rod Stress psi

Max	24304	18670	8896	1723	1013	- * -
Min	21025	16515	6354	-2	-1323	- * -

Showing stroke 7 of 7

## 1.0 OBJETIVO

Verificar en el taller de Bombeo Mecánico de Weatherford Ecuador en la ciudad del Coca las condiciones de la bomba mecánica de subsuelo 30-225-RHBC-32-6-2-1 (Hollow 2-Stages con Sand Protector Packer), extraído del pozo Secoya 02, el día 22 de Marzo de 2013.

## 2.0 INFORMACIÓN DEL POZO

Fecha de instalación	30 Diciembre 2012
Fecha de parada	31 Diciembre 2012
Run Life	----
País	Ecuador
Campo/Locación	Libertador
Cliente	Petroamazonas EP
Nombre del pozo	Secoya 02
Tipo de levantamiento	Bombeo Mecánico
Unidad de bombeo en superficie	Rotaflex 900
Velocidad promedio	----

## 3.0 ANTECEDENTES

El pozo Secoya 02 inició su operación el día 22 de Junio de 2012 con el sistema de levantamiento por bombeo mecánico. El historial de producción venía con tendencia a la baja, de 200 barriles de fluido por día en el arranque, hasta obtener un promedio de 85 barriles de fluido. Por esta razón, el cliente decide intervenir el pozo para tratar de estimular la formación por medio de Fracturación.

El pozo Secoya 02, después de haber sido intervenido con WorkOver de Petrotech (**Fracturación y Estimulación**) fue instalado nuevamente con bombeo mecánico el día 30 de Diciembre de 2013. Sin embargo, la bomba en el instante del arranque se desasentó por atascamiento del pistón debido a la presencia de sólidos. Se trata de recircular por directa e inversa, sin mostrar ningún resultado positivo. Por motivos operativos, una nueva bomba es cedida al cliente, para ser instalada en lugar de la primera.

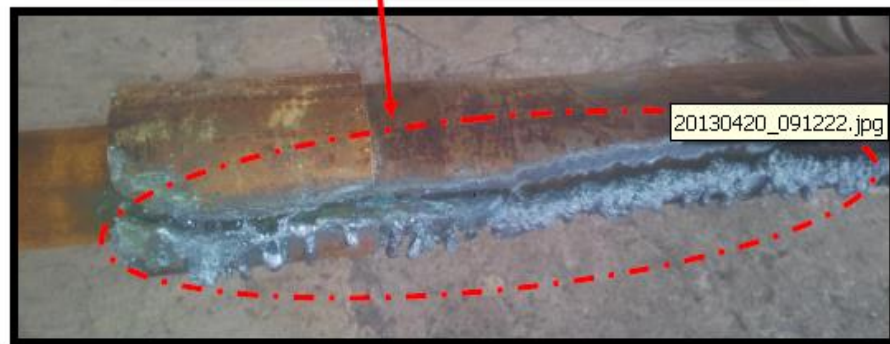
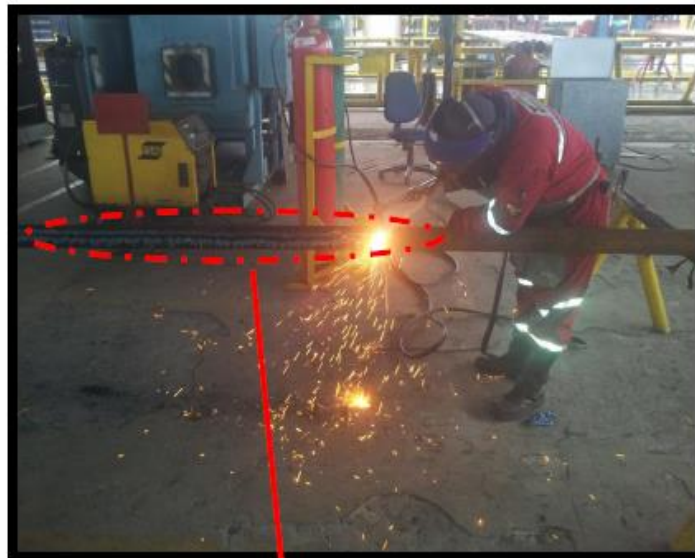
La bomba PAM-Secoya02-001 es bajada nuevamente con SkyTop de Petroamazonas EP con éxito. Sin embargo, después de un día de operación el pozo deja de producir. Se decide realizar pulling, para determinar cuáles son las causas del atascamiento del pistón y la interrupción de la producción. Esta vez no se puede extraer la bomba con SkyTop, ya que alcanza el límite operativo de la misma.

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*



#### 4.0 REPORTE DE INSPECCIÓN Y FOTOGRAFÍAS

El día 20 de Marzo a las 9:00 am, se realizó el corte de la tubería dónde viene atrapada la bomba mecánica en cuestión, con el método por barrido con oxicorte, para cuidar la integridad de los componentes de la bomba.



Una vez finalizado el corte de la tubería y liberada la bomba del pozo Secoya 02, se procede a realizar el Teardown y la inspección del equipo en el Taller de Bombeo Mecánico de Weatherford.

Los testigos de la inspección fueron:

- Sr. Jefferson Mosquera y Sr. Amilcar Torres, PAM, Técnicos de Bombeo Mecánico Guarumo.
- Ing. Héctor Ocaña V., Weatherford, Bombeo Mecánico.

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*

- Ing. Edwin Chicaiza, Petroamazonas EP, Levantamiento Artificial, Bombeo Mecánico Guarumo. (Acude al siguiente día, 21 de Marzo de 2013, para verificar estado de las partes y asegurar condiciones de las mismas)

Se realiza la inspección de acuerdo al documento No. **5-3-LA-EC-RRL-00005 INSTRUCTIVO DE ARME Y DESARME DE BOMBAS**. Los hallazgos obtenidos durante el desmantelamiento e inspección fueron los siguientes y se detallan en el documento No. **5-4-LA-EC-RRL-00004- REPORTE DE REPARACIÓN BOMBA TIPO RHB**. (Ver Anexo 01)

#### 4.1 CONJUNTO BARRIL

El barril se encuentra doblado/pandeado en la parte superior. Este elemento no es calibrado, ya que este elemento es rechazado.

**Ver Foto 01**

#### 4.2 ESTADO DE PISTON INTERIOR Y EXTERIOR

El pistón no presenta desgaste en la superficie. Sin embargo, el pistón viene con acumulación de arena (taponamiento) en la cavidad interna. Además, se encuentra restos de sedimentos adheridos a la superficie.

##### CALIBRACIÓN

**Si se procede a reparar la bomba, este elemento será calibrado de acuerdo al instructivo correspondiente.**

**Ver Foto 02**

#### 4.3 ANCLAJE

- El mandril presenta desgaste en el No-GO.
- Las copas tipo HR presentan el desgaste normal por la acción de asentamiento en el niple de asiento.
- Los espaciadores, tuerca y contratuerca del anclaje se encuentran en buenas condiciones.

**Ver Foto 03**

#### 4.4 VÁLVULA FIJA

- La jaula de la válvula fija contiene una importante acumulación de sedimentos en las paredes internas del componente.
- La bola y el asiento se encuentran en buen estado, pero con acumulación de partículas.

**Ver Foto 04**

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*



#### 4.5 VALVULA MOVIL

- La jaula de la válvula móvil está taponada debido a la acumulación de sedimentos en las cavidades internas del componente.
- La bola y el asiento se encuentran en buen estado, pero con acumulación de partículas.

Ver Foto 05

#### 4.6 FITTINGS:

##### 4.6.1 BUSHINGS

- ESTADO:
  - **Conector Pull-Tube (Collet Type):** Se encuentra en buen estado (roscas y espejos) todo el conjunto (tuerca y contratuerca).

Ver Foto 06

##### 4.6.2 CAJAS

- ESTADO:
  - El conector inferior del Pistón - Pull-Tube se encuentra en buen estado. Sin embargo, a lo largo de su superficie, contiene partículas adheridas.
  - La jaula abierta superior de descarga del Pull-Tube se encuentra en buen estado (roscas y espejo).
  - La bola y el asiento se encuentran en buen estado, pero con acumulación de residuos.

Ver Foto 07

##### 4.6.3 PULL-TUBE

- ESTADO:
  - Tiene oxidación superficial propia del ambiente. A pesar de eso se encuentra en buen estado.

##### 4.6.4 Sand Protector Packer

- ESTADO:
  - La goma del protector se encuentra destruida, debido al accionamiento normal de este elemento.

Ver Foto 08

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*






#### 4.7 MATERIAL EXTRAÑO ENCONTRADO:

Al momento de liberar la bomba de la tubería, se pudo constatar la presencia de arena en la luz de la bomba-tubería.

Además, al momento de realizar el Teardown, dentro del pistón y dentro de las jaulas móviles y fijas, se puede encontrar una cantidad importante de arena.

Una muestra de la arena presente en la bomba es enviada al cliente para su análisis, para determinar así su composición.

#### 4.8 EVIDENCIA FOTOGRÁFICA

 <p>(Presencia de arena dentro del barril)</p>  <p>(Barril Doblado)</p>  <p>(Presencia de Arena)</p>	 <p>(Arena a lo largo de la superficie)</p>  <p>(Arena dentro del pistón)</p>
FOTO 1: CONJUNTO BARRIL	FOTO 2: CONJUNTO PISTON

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*

 <p>(Desgaste en el No-Go)</p> <p><b>FOTO 3: ANCLAJE</b></p>	 <p>(Acumulación de arena)</p> <p><b>FOTO 4: VALVULA FIJA</b></p>
  <p><b>FOTO 5: VALVULA MOVIL</b></p>	 <p><b>FOTO 6: BUSHINGS</b></p>

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*



**FOTO 7: CAJAS**



**FOTO 8: Sand Protector Packer**

#### 4.9 CONDICIÓN FINAL DEL EQUIPO INSPECCIONADO

<b>Cliente:</b>	Petroamazonas EP
<b>Pozo:</b>	Secoya 02
<b>Run Life:</b>	1 día
<b>Fecha de instalación:</b>	30 de Diciembre de 2012
<b>Fecha de Parada:</b>	31 de Diciembre de 2012
<b>Fecha de Pulling:</b>	18 de Marzo de 2013
<b>Razón del Pulling:</b>	Problema de Reservorio: después de fracturamiento y estimulación.
<b>Causa de la Falla:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Obstrucción con arena de componentes internos de la bomba (válvulas móvil y fija).</li> <li>2. Atascamiento del conjunto móvil (pistón) de la bomba mecánica.</li> </ol>

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*

**Condición Final del equipo inspeccionado:**

COMPONENTE	CONDICIÓN
Bomba 30-225-RHBC-32-6-2-1	Bomba taponada con arena.
	Bomba requiere reparación.

**5.0 CONCLUSIONES**

1. La bomba se atascó debido a la producción de arena dl yacimiento. Esta condición hizo que el conjunto móvil de la bomba haya quedado atascado dentro del conjunto fijo.
2. Las válvulas móvil y fija se encuentran obstruidas, lo que ocasionó que la admisión de fluido haya sido escasa o nula.

**6.0 RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda bajar una bomba desarenadora, para que de esta manera se pueda manejar la arena que produce el yacimiento.
2. Con el análisis químico de la arena extraída de la bomba, se podría dar un mejor diagnóstico y así se podría evaluar las alternativas para intervenir el yacimiento y mitigar la producción de arena.
3. Una vez implementadas las recomendaciones anteriores, el levantamiento por bombeo mecánico en Secoya 02 podría verse mejorado considerablemente.

*Fuente: Weatherford, Artificial Lift Systems.*



Anexo 21: Listado de materiales y equipos requeridos, pozo EMI-03.

	ITEM	ITEM LP	DESCRIPCION	CANT.		PRE. UNIT. (Usd)	PRE. TOT. (Usd)
SUBSURFACE EQUIPMENT	1	15.1.5365	ANCHOR, PUMP INSR 3-1/2 STL 2P/N: 216624	1	VENTA	4.327,42	4.327,42
	2	15.5.23	PUMP 25 - 200 RHBM 30-5 HOLLOW TWO STAGE W / STP	1	VENTA	17.726,74	17.726,74
	3	15.1.5352	GUIDE, ROD SPRL 3-1/2 IN 1026P/N: 195519	1	VENTA	1.892,54	1.892,54
	4	15.3.52	ROD, SUCKER 3/4X25 GRANDE XD COUPLING: LESS CPLG P/N:214080	71	VENTA	107,25	7.614,96
	5	15.3.58	ROD, SUCKER 7/8X25 GRANDE XD COUPLING: LESS CPLG P/N:213541	168	VENTA	130,10	21.857,47
	6	15.3.47	ROD, SUCKER 1X25 GRANDE XD COUPLING: LESS CPLG P/N:214426	123	STOCK EPP	166,62	20.493,89
	7	15.3.49	ROD, PONY 3/4X2 GRANDE T66 COUPLING: LESS CPLG P/N:216279	1	VENTA	99,52	99,52
	8	15.3.4	COUPLING, SUCKER ROD 3/4BOX X 3/4BOX THROUGH-HARDENED FS P/N:213707	71	STOCK EPP	25,01	1.775,78
	9	15.3.5	COUPLING, SUCKER ROD 7/8BOX X 7/4BOX T SH 1,620D P/N:195542	168	VENTA	25,40	4.266,86
	10	15.3.1	CPLG, SUCKER ROD 1BOX X 1BOX SHT RH 2.00INOD P/N:195247	133	STOCK EPP	29,21	3.884,27
	11	15.3.11	COUPLING, SUCKER ROD 3/4BOX 3/4BOX X 7/8BOX THROUGH-HARDENED SH P/N:203255	3	VENTA	38,93	116,78
	12	15.3.79	Polish Rod Coupling, 1" x 7/8" SH T P/N:201843	1	VENTA	60,85	60,85
WELLHEAD ACCESORIES	13	15.8.10	BOP, 3-1/2" X 1-1/2" Polished Rod, 3000# Working Pressure Part No. NA	1	VENTA	2.316,60	2.316,60
	14	15.8.9	Pumping Tee 3-1/2" EUE x 3.0"LP x 1"LP Part No. NA	1	VENTA	5.435,10	5.435,10
	15	15.8.8	Stuffing Box DP, Dual Cone Packing 3-1/2" EUE x 1-1/2" Part No.71-4000-536	1	VENTA	3.207,60	3.207,60
	16	15.3.82	1-1/2" x 36' x 1" PR Pin 5M Center P/N:804180	1	VENTA	4.080,78	4.080,78
	17	15.3.81	Polish Rod Coupling, 1" SH T P/N:217454	1	VENTA	48,81	48,81
	18	15.8.6	Clamp, 40,000 # Polished rod Part No. Aco8,00119	2	VENTA	1.425,60	2.851,20
SURFACE EQUIPMENT	19	15.8.14	Variador de Frecuencia para Bombeo Mecanico 40-100HP de potencia Modelo Epac2-Amplificador Modelo Yyaskawa-4075rpc-epicm2000-W/LOAD CELL 50K. Incluye Controlador para generar carta Sdinagrafica, controlador, incluye programación del variador, controlador (RPC / POC) y Variador compatible con Software LOWIS Part No. NA	1	VENTA	33.858,00	33.858,00
	20	15.8.4	ELECTRIC MOTOR 40-100 HP,NEMA B, 1200 RPM, 60 HZ, 3 PHASE Part No. NA	1	VENTA	9.801,00	9.801,00
	21	15.6.8	UNIT, R1100 320-500-306, C. DOM.P/N: 1270354	1	VENTA	331.342,19	331.342,19
	22	15.8.2	Counterweights (each pound) Part No. NA	15000	VENTA	3,56	53.460,00
TOOLS & LUBRICANTS	23	15.7.9	Topco Sucker rod lubricating P/N: NA	1	VENTA	106,54	106,54
	24		ACEITE MOVIL GEAR 630 (EP 220)	1	WFT	0,00	0,00
	25		ACEITE SW90	0,75	WFT	0,00	0,00
	26		VIGA	1	WFT	0,00	0,00
				TOTAL EQUIPOS		530.624,90	
				TOTAL STOCK (AHORRO EPP)		26.153,94	
				TOTAL A PAGAR		504.470,96	

Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.

Anexo 22: Listado de materiales y equipos requeridos, pozo EMI-41D.

	ITEM	ITEM LP	DESCRIPCION	CANT.		PRE. UNI.	PRE. TOT.
SUBSURFACE EQUIPMENT	1	15.5.23	PUMP 25 - 200 RHBM 30-5 HOLLOW TWO STAGE W / STP	1	VENTA	17.726,74	\$ 17.726,74
	2	15.1.5352	GUIDE, ROD SPRL 3-1/2 IN 1026P/N: 195519	1	VENTA	1.892,54	\$ 1.892,54
	3	15.3.52	ROD, SUCKER 3/4X25 GRANDE XD COUPLING: LESS CPLG P/N:214080	193	VENTA	107,25	\$ 20.699,83
	4	15.3.58	ROD, SUCKER 7/8X25 GRANDE XD COUPLING: LESS CPLG P/N:213541	134	VENTA	130,10	\$ 17.433,94
	5	15.3.47	ROD, SUCKER 1X25 GRANDE XD COUPLING: LESS CPLG P/N:214426	74	STOCK EPP	166,62	\$ 12.329,66
	6	15.3.54	ROD, PONY 7/8X2 GRANDE T66 COUPLING: LESS CPLG P/N:220953	1	VENTA	117,34	\$ 117,34
	7	15.3.4	COUPLING, SUCKER ROD 3/4BOX X 3/4BOX THROUGH-HARDENED FS P/N:213707	193	VENTA	25,01	\$ 4.827,12
	8	15.3.5	COUPLING, SUCKER ROD 7/8BOX X 7/8BOX T SH 1.6250D P/N:195542	134	VENTA	25,40	\$ 3.403,33
	9	15.3.1	CPLG, SUCKER ROD 1BOX X 1BOX SHT RH 2.00INOD P/N:195247	74	STOCK EPP	29,21	\$ 2.161,17
	10	15.3.11	COUPLING, SUCKER ROD 3/4BOX X 7/8BOX THROUGH-HARDENED SH P/N:203255	3	VENTA	38,93	\$ 116,78
	11	15.7.3	PL5 5/8, 3/4,7/8, , 1 1/8 CADA centralizador	80	VENTA	204,93	\$ 16.394,40
	12	15.3.79	Polish Rod coupling, 1" x 7/8" SH T P/N:201843	1	VENTA	60,85	\$ 60,85
WELLHEAD ACCESSORIES	13	15.8.10	BOP, 3-1/2" x 1-1/2" Polished Rod, 3000# Working Pressure Part No. NA	1	VENTA	2.316,60	\$ 2.316,60
	14	15.8.9	Pumping Tee 3-1/2" EUE x 3.0"LP x 1"LP Part No. NA	1	STOCK	5.435,10	\$ 5.435,10
	15	15.8.8	Stuffing Box DP, Dual Cone Packing 3-1/2" EUE x 1-1/2" Part No.71-4000-536	1	VENTA	3.207,60	\$ 3.207,60
	16	15.3.82	1-1/2" x 36' x 1" PR Pin 5M center P/N:804180	1	VENTA	4.080,78	\$ 4.080,78
	17	15.3.81	Polish Rod Coupling, 1" SH T P/N:217454	1	VENTA	48,81	\$ 48,81
	18	15.8.6	Clamp, 40,000 # Polished rod Part No. ACO8.00119	1	VENTA	1.425,60	\$ 1.425,60
SURFACE EQUIPMENT	19	15.8.13	Variador de Frecuencia para Bombeo Mecanico 40-100HP de potencia Modelo ePAC2-Amplificador Modelo Yaskawa-4075RPC-EPICM2000-W/LOAD CELL 5OK. Incluye controlador para generar carta Sdinografica,incluye celda de carga y switch de posicion, incluye programación de controlador, incluye programacion del variador, controlador (RPC / POC) y Variador compatible con Software LOWIS	1	VENTA	33.858,00	\$ 33.858,00
	20	15.8.4	ELECTRIC MOTOR 40-100 HP,NEMA B, 1200 RPM, 60 HZ, 3 PHASE Part No. NA	1	VENTA	9.801,00	\$ 9.801,00
	21	15.6.8	UNIT, R900 320-360-288, C. DOMESTIC	1	VENTA	248.858,10	\$ 248.858,10
	22	15.8.2	Counterweights (each pound) Part No. NA	10000	VENTA	3,56	\$ 35.640,00
TOOLS & LUBRICANTS	23	15.7.9	Topco Sucker rod lubricating P/N: NA	1	VENTA	106,54	\$ 106,54
	24		ACEITE MOVIL GEAR 630 (EP 220)	1	WFT	0,00	\$ 0,00
	25		ACEITE SW90	0,75	WFT	0,00	\$ 0,00
	25		VIGA	1	WFT	0,00	\$ 0,00
	28		OBRAS CIVILES EN POZO	1	WFT	0,00	\$ 0,00
				TOTAL EQUIPOS			441.941,82
				TOTAL STOCK EPP			19.925,93
				TOTAL EQUIPOS			422.015,90

Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.

Anexo 23: Listado de materiales y equipos requeridos, pozo AZU-15.

	ITEM	ITEM LP	DESCRIPCION	CANT.		PRE. UNI.	PRE. TOT.
SUBSURFACE EQUIPMENT	1	15.2.44	NIPPLE, SEATIG 3-1/2 8RD EUP/N: 196115	1	VENTA	509,45	509,45
	2	15.4.55	ANCHOR, GAS 1-1/4 X 8 FT 1026 - P/N:205616	1	VENTA	1616,08	1616,08
	3	15.5.23	PUMP 30 - 175 RHBC 34-5-2-1 HOLLOW TWO STAGE W / STP	1	STOCK	17726,74	17726,74
	4	15.1.5352	GUIDE, ROD SPRL 3-1/2 IN 1026P/N:195519	1	STOCK	1892,54	1892,54
	5	15.3.52	ROD, SUCKER 3/4X25 GRANDE XD COUPLING: LESS CPLG P/N:214080	93	STOCK	107,25	9974,53
	6	15.3.58	ROD, SUCKER 7/8X25 GRANDE XD COUPLING: LESS CPLG P/N:213541	170	STOCK	130,10	22117,68
	7	15.3.47	ROD, PONY 1X25 GRANDE XD COUPLING: LESS CPLG P/N:214426	97	STOCK	166,62	16161,85
	8	15.7.6	SINKER BAR 1-1/2X25 7/8 PR PIN GRD C, W/NECK P/N: 191227	8	STOCK	999,90	7999,20
	9	15.3.43	ROD, PONY 1X2 GRANDE XD COUPLING: LESS CPLG P/N:224199	1	STOCK	174,30	174,30
	10	15.3.44	ROD, PONY 1X4 GRANDE XD COUPLING: LESS CPLG P/N:218592	1	STOCK	203,31	203,31
	11	15.3.45	ROD, PONY 1X6 GRANDE XD COUPLING: LESS CPLG P/N:213344	1	STOCK	232,80	232,80
	12	15.3.46	ROD, PONY 1X8 GRANDE XD COUPLING: LESS CPLG P/N:217502	1	STOCK	259,70	259,70
	13	15.3.50	ROD, PONY 3/4X4 GRANDE XD COUPLING: LESS CPLG P/N:218657	1	STOCK	110,81	110,81
	14	15.3.4	COUPLING, SUCKER ROD 3/4BOX X 3/4BOX THROUGH-HARDENED FS P/N:213707	101	STOCK	25,01	2526,11
	15	15.3.5	COUPLING, SUCKER ROD 7/8BOX X 7/8BOX T SH 1.625OD P/N:195542	170	STOCK	25,40	4317,66
	16	15.3.1	CPLG, SUCKER ROD 1BOX X 1BOX SHT RH 2.00INOD P/N:195247	97	STOCK	29,21	2832,89
	17	15.3.11	COUPLING, SUCKER ROD 3/4BOX X 7/8BOX THROUGH-HARDENED SH P/N:203255	3	STOCK	38,93	116,78
	18	15.3.79	Polish Rod Coupling, 1" x 7/8" SH T P/N:201843	1	STOCK	60,85	60,85
WELLHEAD ACCESSORIES	19	15.8.10	BOP, 3-1/2" x 1-1/2" Polished Rod, 3000# working pressure Part No. NA	1	STOCK	2316,60	2316,60
	20	15.8.9	Pumping Tee 3-1/2" EUE x 3.0" LP x 1"LP Part No. NA	1	STOCK	5435,10	5435,10
	21	15.8.8	Stuffing Box DP, Dual Cone Packing 3-1/2" EUE x 1-1/2" Part No. 71-400-536	1	STOCK	3207,60	3207,60
	22	15.3.82	1-1/2" x 36' x 1" PR Pin SM center P/N:804180	1	STOCK	4088,88	4088,88
	23	15.3.81	Polish Rod Coupling, 1" SH T P/N:217454	1	STOCK	48,81	48,81
	24	15.8.6	Clamp, 40,000 # Polished rod Part No. ACO8.00119	2	STOCK	1425,60	2851,20
SURFACE EQUIPMENT	25	15.8.14	Variador de Frecuencia para Bombeo Mecanico 40-100HP de potencia Modelo ePAC2-AmpliFicador Modelo Yaskawa-4075RPC-EPICM2000-w/LOAD CELL 50k. Incluye controlador para generar carta Sdinografica, incluye celda de carga y switch de posición, incluye programacion de controlador, incluye programacion del variador, conbtrolador (RPC / POC) y Variador compatible con software LOWIS Part No. NA	1	STOCK	33858,00	33858,00
	26	15.8.4	ELECTRIC MOTOR 40-100 HP, NEMA B, 1200 RPM, 60HZ, 3 PHASE Part No. NA	1	STOCK	9801,00	9801,00
	27	15.6.7	UNIT, R900 320-360-288, C. DOMESTICP/N: 759974	1	STOCK	248858,10	248858,10
	28	15.8.2	Co8unterweinghts (each pound) Part No. NA	11000	VENTA	3,56	39204,00
TOTAL EQUIPOS						438.502,55	
TOTAL STOCK (AHORRO EPP)						436.377,03	
TOTAL A PAGAR						2.125,52	

Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.



Anexo 24: Listado de materiales y equipos requeridos, pozo DAN-09.

Sistema Integral de Bombeo Mecánico con Rotaflex.		
Descripción	Cantidad	Costo( USD)
Equipo de fondo: Ancla de tubería 3 1/2" x 7", Niple de Asiento 3 1/2", Varillas grado XD (1", 7/8" y 3/4") y Bomba de Fondo 30-175-RHBC-34-6-2-1 Two Stages.	1	428.304,70
Equipamiento de superficie: Unidad Rotaflex 900, Base de Hormigón, BOP 3 1/2" x 1 1/2", Tee de Producción 3 1/2", Stuffing Box3 1/2" x 1 1/2", Vástago Pulido, Well Pilot VFD 100 HP y Motor Eléctrico 75 HP.		
Total a pagar:		428.304,70

*Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.*

Anexo 25: Listado de materiales y equipos requeridos, pozo JAV-02.

ITEM	ITEM LP	DESCRIPCION	CANT.		PRE. UNI.	PRE. TOT.
1	15.5.23	PUMP 30 - 2225 RHBC 36-6-2-1 HOLLOW TWO STAGE W / STP	1	VENTA	17.905,80	17.905,80
2	15.1.5352	GUIDE, ROD SPRL 3-1/2 IN 1026P/N: 195519	1	VENTA	1.892,54	1.892,54
3	15.3.52	ROD, SUCKER 3/4X25 GRADE XD COUPLING: LESS CPLG P/N:214080	78	VENTA	107,25	8.365,73
4	15.3.58	ROD, SUCKER 7/8X25 GRADE XD COUPLING: LESS CPLG P/N:213541	147	VENTA	130,10	19.125,29
5	15.3.47	ROD, SUCKER 1X25 GRADE XD COUPLING: LESS CPLG	127	VENTA	168,30	21.374,10
6	15.3.49	ROD, PONY 3/4X2 GRADE T66 COUPLING: LESS CPLG	1	VENTA	100,53	100,53
7	15.3.43	ROD, PONY 1X2 GRADE XD COUPLING: LESS CPLG P/N: 220953	1	VENTA	176,07	176,07
8	15.3.44	ROD, PONY 1X4 GRADE XD COUPLING: LESS CPLG P/N: 215957	1	VENTA	205,36	205,36
9	15.3.45	ROD, PONY 1X6 GRADE XD COUPLING: LESS CPLG P/N: 215390	1	VENTA	235,15	235,15
10	15.3.46	ROD, PONY 1X8 GRADE XD COUPLING: LESS CPLG P/N: 214967	1	VENTA	262,32	262,32
11	15.3.4	COUPLING, SUCKER ROD 3/4BOX X 3/4BOX THROUGH-HARDENED FS P/N: 213707	78	VENTA	25,26	1.970,51
12	15.3.6	CPLG, SR 7/8" FT""T" 1.813OD P/N:196199	147	VENTA	27,25	4.006,04
13	15.3.2	CPLG, SR 1" FT""T" 2.188OD	127	VENTA	31,27	3.970,78
14	15.3.11	COUPLING, SUCKER ROD 3/4BOX X 7/8BOX THROUGH-HARDENED SH P/N: 203255	2	VENTA	39,32	78,64
15	15.3.80	Polish Rod coupling, 1" SH SM	1	VENTA	96,98	96,98
16	15.8.10	BOP, 3-1/2" x 1-1/2" Polished Rod, 3000# working pressure Part	1	VENTA	2.316,60	2.316,60
17	15.8.9	pumping Tee 3-1/2" EUE x 3.0"LP x 1"LP Paer No. NA	1	VENTA	5.435,10	5.435,10
18	15.8.8	Stuffing Box DP, Dual Cone Packing 3-1/2" Part No. 71-400-536	1	VENTA	3.207,60	3.207,60
19	15.3.83	1-1/2" x 36" x 1" PR Pin SM center P/N:804180	1	VENTA	4.080,78	4.080,78
20	15.3.81	Polish Rod coupling, 1" SH T P/N:217454	1	VENTA	48,81	48,81
21	15.8.14	Variador de Frecuencia para Bombeo Mecanico 40-100HP de potencia Modelo ePAC2-Amplificador Modelo Yaskawa-4075RPC-EPICM2000-W/LOAD CELL 5OK. Incluye controlador para generar carta dinografica, incluye celda de carga y switche de posicion, incluye programación de controlador, incluye programacion del variador, controlador (RPC / POC) y Variador compatible con Software LOWIS Part No. NA	1	VENTA	33.858,00	33.858,00
22	15.8.4	ELECTRIC MOTOR 40-100 HP, NAMA B, 1200 RPM, 60HZ, 3 PHASE Part No. NA	1	VENTA	9.801,00	9.801,00
23	15.6.7	UNIT, R900 320-360-288, C. DOMESTIC	1	VENTA	248.858,10	248.858,10
24	15.8.2	counterweights (each pound) Part No. NA	15000	VENTA	3,32	49.815,00
25	15.7.9	Topco Sucker rod lubricating P/N: NA	1	VENTA	107,62	107,62
TOTAL A PAGAR						437.294,46

Fuente: Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador.